

✓
2876



Written according to the Curriculum & Syllabus of West Bengal Council
of Higher Secondary Education for Classes XI & XII, March 1976.

উচ্চ মাধ্যমিক রসায়ন

[প্রথম খণ্ড]



ডঃ ক্ষেত্রপ্রসাদ সেনশর্মা

রীডার, যাদবপুর বিশ্ববিদ্যালয়

সভাপতি : বঙ্গীয় বিজ্ঞান পরিষদ

প্রাক্তন অধ্যাপক : দীনবন্ধু মহাবিদ্যালয় ; নরসিং দত্ত কলেজ ;

রাণাঘাট কলেজ ; মেদিনীপুর কলেজ ; চন্দননগর কলেজ ;

পরীক্ষক : বিভিন্ন বিশ্ববিদ্যালয়

পরিমার্জিত ও পরিবর্ধিত সংস্করণ



পাবলিশিং সিণ্ডিকেট

৪৪এ, বেনিয়াটোলা লেন, কলিকাতা-৭০০০০৯

প্রকাশক—

শ্রীসচ্চিদানন্দ গুহ

৪৭এ, বেনিয়াটোলা লেন,

কলিকাতা-৭০০০০২

5.10.05
11979

প্রথম সংস্করণ—আগস্ট, ১৯৭৬

পরিমার্জিত ও পরিবর্ধিত দ্বিতীয় সংস্করণ—আগস্ট, ১৯৭৯

মূল্য—ষোল টাকা মাত্র



উৎসর্গঃ

ব্রতনকৃষ্ণ সেনশর্মা

ব্রাহ্মদাস সেনশর্মা

মুদ্রক—

শিখা চৌধুরী

রূপা প্রেস,

২২২ এ, বিধান সরণী,

কলিকাতা-৭০০০০৬

॥ ভূমিকা ॥

এই বৎসর থেকে উচ্চ মাধ্যমিক পাঠ্যক্রম নতুন ও পৃথক করে প্রবর্তিত হয়েছে। এরই অন্তর্গত, এবং নতুন পাঠ্যক্রমে, পূর্বপ্রচলিত পাঠ্যতালিকার কিছু পরিবর্তন হওয়ার ফলে, - নতুন পাঠ্যক্রমের ছাত্রছাত্রীদের শিক্ষা উপযোগী বই'এর বিশেষ প্রয়োজন ছিল। ডক্টর ক্ষেত্রপ্রসাদ সেনশর্মা, এই উদ্দেশ্যে, বহু পরিশ্রম করে "উচ্চ মাধ্যমিক রসায়ন" বইটি লিখেছেন। রসায়নের তত্ত্ব এবং তথ্যগুলি শিক্ষার্থীরা যাতে ভালভাবে আয়ত্ত করতে পারে সে বিষয়ে তিনি যে কত চিন্তা এবং আন্তরিক পরিশ্রম ও প্রচেষ্টা করেছেন, তা তাঁর গ্রন্থে স্থূলভাবে ফুটে উঠেছে।

ডঃ সেনশর্মা রসায়নের কৃতী ছাত্র এবং দীর্ঘকাল তিনি রসায়নের অধ্যয়ন, অধ্যাপনা ও গবেষণা করেছেন। ছাত্রপ্রিয় অধ্যাপক ও স্থললেখক রূপেও তিনি খ্যাতি অর্জন করেছেন। ছাত্র-ছাত্রীদের সুবিধার দিকে নজর রেখে, উচ্চ মাধ্যমিক রসায়নের পাঠ্যতালিকাভুক্ত বিষয়গুলিকে, ডঃ সেনশর্মা তাঁর গ্রন্থে সহজ ও সরলভাবে এবং স্থূললিত ভাষায় বিশদভাবে আলোচনা করেছেন। বিষয়গুলি ও তথ্যসমূহকে ছাত্র-ছাত্রীদের কাছে সহজেই বোধগম্য করার জন্য তিনি নানা উদাহরণেরও সাহায্য নিয়েছেন। নানা উদাহরণ ও হুচিস্থিত উপস্থাপনার, অধ্যায়গুলির বর্ণনা বিশেষ মনোজ্ঞ হয়ে উঠেছে। শুধু কতকগুলি তথ্য দিয়ে ছাত্র-ছাত্রীদের শেখানোর জন্য বই লিখলে, সে বই কখনই ছাত্রছাত্রীদের মনে দাগ কাটেনা। কিন্তু যে গ্রন্থকার সেইসব তথ্যগুলি যথাযথভাবে চিত্রে, উদাহরণে ও উপস্থাপনে মনোজ্ঞ করে সাজিয়ে ছাত্র-ছাত্রীদের মনের গভীরে সেগুলি গেঁথে দিতে সাহায্য করেন—যার ফলে তারা পরবর্তীকালে অধীতবিচার বাবহারিক প্রয়োগে অনুপ্রাণিত হয়,—তিনিই প্রকৃত লেখক। ডঃ সেনশর্মা'র প্রচেষ্টা সেইদিক থেকে সার্থক হয়েছে একথা নিঃসংশয়ে বলা যায়।

বিশ্বের কলাধারার্থে প্রতি মুহূর্তেই রসায়নের তত্ত্ব এবং তথ্যগুলিকে কাজে লাগানো হচ্ছে। সেইজন্য, ছাত্র-ছাত্রীদের রসায়ন বিষয়ে স্থূলপট ও বিশদ জ্ঞানের প্রয়োজন। উচ্চ মাধ্যমিক স্তরে সে বিষয়ে তাদের জ্ঞান যদি স্থূলপট না হয় তাহ'লে পরবর্তীকালে স্নাতক ও উত্তর-স্নাতক শ্রেণীতে তারা রসায়নের জটিল তথ্যগুলি বুঝতে অসমর্থ হয়। আমি মনে করি, রসায়নে জ্ঞানলাভের প্রাথমিক স্তরে, ডঃ সেনশর্মা'র "উচ্চ মাধ্যমিক রসায়ন" গ্রন্থটি ছাত্রছাত্রীদের কাছে রসায়নে যথার্থ প্রারম্ভিক দক্ষতা এনে দিতে সক্ষম হবে।

'উচ্চ মাধ্যমিক রসায়ন'র প্রথম খণ্ড, পশ্চিমবঙ্গ উচ্চ মাধ্যমিক শিক্ষা সন্থ নির্দেশিত পাঠ্যপুঁজি অনুসারে রচিত হয়েছে। ইংরাজীতে লেখা প্রাণাণ্য রসায়ন গ্রন্থগুলির সাহায্য নেওয়ার—বইটি বিশেষ উচ্চমানের হয়ে উঠেছে। ছাত্রছাত্রীদের যাতে রসায়নের কোন বিষয়ে ভুল ধারণা না জন্মায়, সেজন্য লেখক বিশেষ যত্ন নিয়েছেন। রাসায়নিক মৌল ও যৌগ পদার্থের আণুবীজিক ভাবে গৃহীত ইংরাজী নামগুলিই এই পুস্তকে ব্যবহৃত হয়েছে—এতেও ছাত্রছাত্রীদের সুবিধা হবে।

আমি আশা করি উচ্চ মাধ্যমিক ছাত্র-ছাত্রী ও তাদের শিক্ষক ও শিক্ষিকাদের কাছে এই রসায়ন গ্রন্থটি সাদরে গৃহীত হবে।

সহোদর ডঃ ক্ষেত্রপ্রসাদ সেনশর্মা'কে আমার আন্তরিক আশীর্বাদ ও অভিনন্দন জানাই। তাঁর গ্রন্থ রচনার মূল উদ্দেশ্য—দীর্ঘ পরিশ্রম ও আন্তরিক প্রয়াসে, সাক্ষ্যমণ্ডিত হয়েছে।

অসীমা চট্টোপাধ্যায়, পদ্মভূষণ

ডি. এস. সি., এফ. এন. এ.

বিজ্ঞান কলেজ

কলিকাতা।

১০ই আগস্ট, ১৯৭৬

রসায়ন বিভাগের প্রধান ও

ডীন অফ্. দি ক্যাকাগি অফ সায়ন্স

কলিকাতা বিশ্ববিদ্যালয়ঃ

প্রাক্তন সভাপতিঃ ভারতীয় বিজ্ঞান কংগ্রেস

দ্বিতীয় সংস্করণের ভূমিকা

‘উচ্চ মাধ্যমিক রসায়ন’ প্রথম ও দ্বিতীয় খণ্ড প্রকাশিত হবার পরে তা ছাত্রছাত্রী এবং শিক্ষক-শিক্ষিকাদের কাছ থেকে প্রভূত সমাদর ও স্বীকৃতি লাভ করেছিল। এর জন্য আমি আন্তরিক আনন্দিত ও কৃতজ্ঞ। দীর্ঘকাল এটি নিঃশেষিত-মুদ্রণ হয়েছিল এবং নানা মহল থেকে এটি দ্রুত পুনঃপ্রকাশের তাগিদ আসা সত্ত্বেও তা উপযুক্ত সময়ে পুনর্মুদ্রিত করা যায়নি, নানা অনিবার্ধ কারণে। এর জন্য আমি আন্তরিক লজ্জিত ও দুঃখিত। প্রেস ধর্মঘট ও বিদ্যায় সংকটের অনাব্য বাধাও বিলম্বিত করেছে পুনর্মুদ্রণকে। প্রকাশক শ্রীমচ্চিদানন্দ গুহ’র অরাস্ত্র পরিশ্রমে, আরো বিলম্ব এড়িয়ে—পরিমার্জিত ও পরিবর্ধিত দ্বিতীয় সংস্করণ প্রকাশ করা সম্ভব হয়েছে, এজন্য তাঁর কাছে আমি কৃতজ্ঞ।

উচ্চ মাধ্যমিকের পূর্বতন পাঠ্যক্রমের ইতিমধ্যে কিছু পরিবর্তন ঘটেছে। সেজন্য এ সংস্করণে বর্তমানে, অনুযত পাঠ্যক্রমই অন্তর্ভুক্ত হয়েছে। ভৌত রসায়নের অনেক অংশ পুনর্লিখিত ও সংযোজিত হয়েছে। রাসায়নিক গণনা অংশেই বেশী সংযোজন করা হয়েছে, এই উদ্দেশ্যে যে, রাসায়নিক গণনায় দক্ষতা ও দাবীলতা রসায়ন শিক্ষার অনিবার্ধ অঙ্গ। আমার অভিমত, ভালো ছাত্রদের মেধা বাচাই করার জন্য, ছাত্রের সেকেণ্ডারী কাউন্সিল ‘অবশ্য উত্তর করতে হবে’ (compulsory) এই ভিত্তিতে রাসায়নিক গণনার নানা শাখার নানা সমস্যা নিয়ে একটি গ্রুপ প্রশ্নপত্রে সৃষ্টি করলে ভাল হবে।

এ সংস্করণেও, আই. আই. টি., জয়েন্ট এন্ট্রান্স ও হয়ে বাওয়া দুটি মাধ্যমিক পরীক্ষার প্রশ্ন, এবং উচ্চ মাধ্যমিক শিক্ষা সংসদের আদর্শ প্রশ্নগুলিকে আমি জোর দিয়েছি। অবশ্যে কতিপয় প্রশ্নগুলির ভিত্তিতে, বিবিধ প্রশ্নাবলী পরিবর্ধিত করেছি। আশা করবো, শিক্ষক-শিক্ষার্থীরা এর দ্বারা উপকৃত হবেন। আরো নতুন বিষয়, যা আলোচ্য হওয়া উচিত, তার সম্বন্ধে তাঁরা দৃষ্টি আকর্ষণ করলে ভবিষ্যতে আমার পরিবর্ধনের প্রয়োগ্য ঘটবে।

গত সংস্করণের কিছু মুদ্রণ-প্রমাদের দিকে কিছু ছাত্রছাত্রী ও বন্ধুজনেরা দৃষ্টি আকর্ষণ করেছিলেন। এ সংখ্যায় যদি কিছু অনবধানতায় থেকে গিয়ে থাকে, তার ত্রুটি স্বীকার করছি। নির্দেশ দিলে, বাধিত হব।

এ সংস্করণের ঋণ স্বীকারে প্রথমে মনে পড়ছে আমার স্নেহাস্পদ ছাত্র অকাল প্রয়াত ৩নির্মল শ্রীমানীর কৃপা। প্রথম সংস্করণ প্রকাশের পরই যে কয়েকটি বিষয় সংযোজন করার কথা বলেছিল। সেগুলি সংযোজন করেছি। এ সংস্করণে আমার সংযোজনে সাহায্য করেছে, অনেক ছাত্রছাত্রী, যেমন শরজিত রায়, কুশলবিলাস ঠাকুর, আমগ ভট্টাচার্য, তাপস তগাপাত্র, কৌশিক সেনশর্মা, অগত সেনশর্মা, ইত্যাদি। পাণ্ডুলিপি প্রণয়নে সাহায্য করেছেন শিপ্রা সেনশর্মা।

‘উচ্চ মাধ্যমিক রসায়ন’ের দ্বিতীয় সংস্করণ, ছাত্রছাত্রী ও শিক্ষকদের আরো উপযোগী হবে এই আশা নিয়ে, তাঁদের মতামত ও সমালোচনার অপেক্ষায় থাকব।

কলিকাতা

১২ই আগস্ট : ১৯৭৯

}

ক্ষেত্রপ্রসাদ সেনশর্মা

॥ প্রথম সংস্করণের ভূমিকার অংশবিশেষ ॥

পশ্চিমবঙ্গে প্রচলিত এগারো বৎসরের উচ্চ মাধ্যমিক শিক্ষা ব্যবস্থার পরিবর্তন করে দশ বৎসরের মাধ্যমিক পাঠ্যক্রম এবং দুই বৎসরের উচ্চ মাধ্যমিক পাঠ্যক্রম এই বৎসর থেকে প্রচলিত হ'ল। অষ্ট্রাছ দেশের প্রাথমিক শিক্ষা-পদ্ধতির সঙ্গে সমতার জন্ম, এই পরিবর্তন কাম্য ছিল।...

...আমার দীর্ঘকালের প্রাক-স্নাতক, স্নাতক ও উত্তর-স্নাতক শ্রেণীতে রসায়ন শিক্ষার অভিজ্ঞতা থেকে, এবং কয়েকটি 'স্কুল শিক্ষকদের গ্রীষ্মকালীন শিক্ষা শিবিরে' শিক্ষকরূপে যোগ দিয়ে পাশ্চাত্য দেশগুলিতে উচ্চ মাধ্যমিক স্তরে আধুনিক রসায়ন শিক্ষণপদ্ধতির প্রত্যক্ষ পরিচয় থেকে—আমি এ গ্রন্থ রচনা করেছি। কোনো কোনো বিষয়ের বিশদ আলোচনা শিক্ষক হিসাবে আমার প্রয়োজন মনে হলেও সীমিত পরিসরের জন্ম তা করা সম্ভব হয়নি। তবু সমগ্র গ্রন্থে আমি রসায়নের আধুনিক আলোচনার কথা মনে রেখেছি এবং এ বিষয়ে বিদেশী গ্রন্থগুলিরও অধ্যয়ন ফল অন্তর্ভুক্ত করেছি। বইটির গুণাগুণ বিচারের ভার শিক্ষক ও শিক্ষার্থীদের ওপরই রইল। তাঁদের কাছে এ গ্রন্থ সমাদৃত হলে আমার পরিশ্রম সার্থক হয়েছে বলে মনে করবো। দ্রুততার জন্ম, অনবধানতায় যদি কোন ত্রুটি থাকে (যা থাকা স্বাভাবিক) তা নির্দেশ করলে আমি বিশেষ কৃতজ্ঞ হবো এবং পরবর্তী সংস্করণে সংশোধনের সুযোগ পাবো, এই নিবেদন রইল।...

...প্রস্তাবিত উচ্চ মাধ্যমিকের শিক্ষণপদ্ধতির রূপরেখা এবং প্রশ্নপত্রের ধাঁচ এখনো অজানা। মূলতঃ, আমি পূর্বপ্রচলিত মাধ্যমিকের প্রশ্ন, আই. আই. টি. অ্যাডমিশন টেস্ট, জয়েন্ট এন্ট্রান্স অ্যাডমিশন টেস্ট, শিক্ষক ও প্রশ্নপত্র রচয়িতারূপে আমার অভিজ্ঞতা থেকে সম্ভাব্য প্রশ্ন এবং কতকগুলি বিষয়মুখী প্রশ্ন দিয়েছি। পরে এগুলি প্রয়োজনমত পরিবর্তন করা যাবে।

গ্রন্থরচনায় নানা স্তরে আমায় নানাভাবে অনেকে সাহায্য করেছেন। এ-গ্রন্থের ভূমিকা লিখেছেন, আমার শিক্ষিকা ও পরম শ্রদ্ধাপদা অধ্যাপিকা অসীমা চট্টোপাধ্যায়। আমি তাঁকে আন্তরিক শ্রদ্ধা ও কৃতজ্ঞতা জানাই। এ গ্রন্থের প্রচ্ছদ এঁকে আমাকে সাহায্য করেছেন আমার স্নেহাপদ তরুণ শিল্পী শ্রীঅসীম বসু। এ গ্রন্থের নানা চিত্র এঁকে আমাকে বিশেষ সাহায্য করেছেন প্রীতিভাজন শিল্পী শ্রীঅমল দাশ গুপ্ত। পাণ্ডুলিপি প্রণয়নে সাহায্য করেছেন—ডক্টর শিপ্রা সেনশর্মা, প্রাণকৃষ্ণ দেবনাথ, নির্মল ক্রীমানী, অরূপ চক্রবর্তী, সুগত ও কোশিক সেনশর্মা। সর্বোপরি অক্লান্ত পরিশ্রম ও সহযোগিতা করেছেন শ্রদ্ধাভাজন শ্রীজ্যোতির্ময় গুহ ও প্রকাশক শ্রীসচিদানন্দ গুহ।...

কলিকাতা

১৫ই আগস্ট, ১৯৭৬

ক্ষেত্রপ্রসাদ সেনশর্মা

মূচীপত্র

প্রথম ভাগ

সাধারণ ও ভৌত রসায়ন

প্রথম অধ্যায় :	রসায়ন বিজ্ঞান : মৌল, যৌগ ও মিশ্র পদার্থ	1
দ্বিতীয় অধ্যায় :	রাসায়নিক সংযোগ হ্রদাবলী	17
তৃতীয় অধ্যায় :	অণু, আভাগাড্রো প্রকল্প ও মোল	49
চতুর্থ অধ্যায় :	রাসায়নিক সমীকরণ ও যোজ্যতা	65
পঞ্চম অধ্যায় :	গ্যাস হ্রদাবলী	82
ষষ্ঠ অধ্যায় :	মৌলমিতি ও রাসায়নিক গণনা	111
সপ্তম অধ্যায় :	তুল্যাংকভার ও পারমাণবিক ওজন	160
অষ্টম অধ্যায় :	অম্ল, ক্ষার ও লবণ	195
নবম অধ্যায় :	জারণ ও বিজারণ	257
দশম অধ্যায় :	রাসায়নিক সাম্য ও ভরক্রিয়া হত্র	284

দ্বিতীয় ভাগ

অজৈব রসায়ন

একাদশ অধ্যায় :	হাইড্রোজেন, অক্সিজেন, জল, হাইড্রোজেন পারক্সাইড ও ওজোন	307
দ্বাদশ অধ্যায় :	বায়ু ও নাইট্রোজেন	346
ত্রয়োদশ অধ্যায় :	কার্বন, ফসফোরাস, সালফার ও হ্যালোজেন	358
চতুর্দশ অধ্যায় :	অক্সাইড যৌগ সমূহ	385
পঞ্চদশ অধ্যায় :	অক্সিঅ্যাসিড সমূহ	410
ষোড়শ অধ্যায় :	হাইড্রাইড যৌগ সমূহ	427
সপ্তদশ অধ্যায় :	শিল্প প্রস্তুতি : অ্যামোনিয়া, নাইট্রিক অ্যাসিড, সালফিউরিক অ্যাসিড ও কোল-গ্যাস	448
Chart of Elements		473
প্রশংপত্র :	উচ্চ মাধ্যমিক শিক্ষা সংসদ	[v]

CURRICULUM & SYLLABUS

PAPER I—(Full Marks—80)

GROUP A : General and Physical Chemistry (Marks—40)

I. Introduction. Chemistry—an experimental Science. Elements. Compounds and mixtures.

II. Laws of Chemical Combination—Dalton's Atomic Theory (critical study). Gay Lussac's Law. Atomic weight (definition),

III. Concept of the Molecule and Avogadro's Hypothesis. Definition of molecular weight. Simple deductions from Avogadro's Hypothesis. Avogadro Number (Determination excluded). Mole concept.

IV. Symbols, Formula and Valency.—Chemical equations and their significance. Stoichiometry. Weight to weight, weight to volume and volume to volume calculations. Eudiometry. Vapour density (determination omitted), empirical formula and molecular formula.

V. Equivalent weight. Chemical methods of determination of equivalent and atomic weights. Dulong and Petit's Laws. Mitwcherlich's law of isomorphism. Calculations involving atomic and equivalent weights ; Calculations on the basis of Mole concept may also be used in numerical problems.

VI. Acidic, Basic, Amphoteric and Neutral Oxides. Hydracids and Oxyacids. Basic Oxides and Hydroxides. Normal, Acid and Basic Salts—Hydrolysis. Equivalent weight of Acids, Bases and Salts. Standard solutions—normal and molar (and formal) solutions. Neutralisation, Indicator. Chemical Calculations on Acidimetry and Alkalimetry.

VII. Oxidation and Reduction—old concept and new electro-
nic concept. Inter-relation between the two Oxidation number—
balancing equations by Oxidation-number method (simple
examples only from reactions under the purview of the syllabus).

Electropotential series of metals.

VIII. Boyle's Law, Charles' Law. Gas Constant R ; $pV = nRT$. Dalton's Law of Partial Pressures. Graham's Law of diffusion of gases.

Note : Numerical problems on

- (i) Dalton's Law of Partial Pressure ;
- (ii) Graham's Law of diffusion of gases are not required.

IX. Law of Mass Action. Dynamic Equilibrium and Equilibrium constant. La Chatelier Principle and its application to some industrial reactions.

Note : Numerical problems on Law of Mass action are not required.

GROUP—B : Inorganic Chemistry (Marks—40)

The Chemistry of an element or a compound mentioned in this syllabus includes Preparation, Properties, Reactions and uses. Laboratory Process should be included where necessary.

Chemistry of the following :—(Comparative study wherever possible.)

I. Oxygen and Hydrogen. Water ; Hard water and soft water, Softening of water. Gravimetric and Volumetric Composition of water. Hydrogen peroxide and Ozone.

II. Air : Nitrogen.

III. The Elements—Carbon, Phosphorus, Sulphur and Halogens (Fluorine excluded.)

IV. Oxides

CO , CO_2 , SiO_2 , N_2O , NO , N_2O_3 , N_2O_4 , N_2O_5 , P_4O_6 , P_4O_{10} , SO_2 , SO_3 .

V. Oxyacids

Nitrous, Nitric, Phosphorous, Phosphoric, Sulphurous and Sulphuric Acids.

VI. Hydrides—Ammonia, Phosphine, Sulphuretted Hydrogen, Hydrochloric, Hydrobromic and Hydriodic Acids.

VII. Manufacture (omitting details) of Ammonia (Conversion of Ammonia into Ammonium Sulphate and Urea), Nitric Acid, Sulphuric Acid (Contact process only) and Superphosphate of Lime, Coal Gas.

উচ্চ মাধ্যমিক রসায়ন

প্রথম খণ্ড



॥ প্রথম ভাগ ॥

॥ সাধারণ ও ভৌত রসায়ন ॥

রসায়ন বিজ্ঞান : মৌল, যৌগ ও মিশ্র পদার্থ

প্রথম অধ্যায়

স্থানা — প্রকৃতি-বিজ্ঞান — রসায়ন বিজ্ঞান — রসায়ন একটি পৰীক্ষা-
ভিত্তিক বিজ্ঞান — পদার্থ ও শক্তি — পদার্থের ধর্ম অবস্থা ও শ্রেণীবিভাগ
— মৌল ও যৌগ — যৌগ ও মিশ্র পদার্থ।

সূচনা : আমাদের চেতনার উন্মেষের পর হইতেই যে পরিবেশের সহিত আমরা পরিচিত হইয়া উঠি—সে এই পরিপার্শ্বের পৃথিবী ও বিশ্ব-জগৎ। নানা বস্তু ও শক্তির সহযোগে গঠিত এই পৃথিবী ও বিশ্বজগতের বৈচিত্র্যের যেমন সামান্য নাই, তেমনি যে মূল উৎস—প্রকৃতি হইতে এই বৈচিত্র্যের সৃষ্টি, সেই প্রকৃতিরও নানা রহস্যের অন্ত নাই।

প্রকৃতিতে বর্তমান প্রাণী হিসাবে মানুষের জ্ঞান মনস্ত এইখানে যে, প্রকৃতির এই বৈচিত্র্যে মানুষ কেবলই মুগ্ধ হয় নাই, প্রকৃতির নানা রহস্যকে মানুষ কেবলই অগ্রহণ করিয়া ফাস্ত দেয় নাই—এই বৈচিত্র্যের কাব্যে মানুষ অগ্রসন্ধান করিয়াছে, নানা রহস্যের মূল মানুষ উদ্ঘাটন করিতে চাহিয়াছে, সৃষ্টিব মূলে যে নিয়মগুলি সেই নিয়মগুলিকে মানুষ অবিগত কবিত্তে চাহিয়াছে। মানুষের এই জ্ঞানের আকাঙ্ক্ষা, এই উপলব্ধির পন্থা চিহ্নিত। এই জ্ঞানের ইতিহাস, মানুষের আবিষ্কারের ইতিহাসের যদি হইত—এই অবিচ্ছিন্ন ও অন্তর্গত। এই অন্বেষণ প্রকৃতির ক্ষেত্রে মানুষ প্রাকৃতিক নানা বস্তু ও শক্তির গুণাগুণ ও গঠন প্রকৃতিতে অন্বেষণ করিয়াছে, তাহাদের সহজে বিশেষ জ্ঞানের অধিকারী হইয়াছে এবং এই বস্তু ও শক্তিকে আবিস্কারের কাব্যে ও তাহাদের উন্নতির রূপায়ণ ঘটাইয়া নিজের জীবন-যাত্রাকে উন্নত করিয়াছে। প্রকৃতিব সহজে এই যে বিশেষ জ্ঞান, এই সংকলিত জ্ঞানই গড়িয়া তুলিয়াছে—**প্রকৃতি-বিজ্ঞান (Natural Science)**।

মানুষের জ্ঞানের অন্বেষণের দুইটি জগৎ আছে। একটি তাহার বোধ, বোধ বা অনুভূতির জগৎ, আরেকটি বুদ্ধির জগৎ। এই দুইটি পরস্পরের পরিপূরক। বোধের জগতে মানুষের জ্ঞানের নানা শাখা গড়িয়া উঠে, যাহা মূলতঃ অনুভূতি-নির্ভর—যেমন, সাহিত্য, দর্শন, ধর্ম, ইত্যাদি। বুদ্ধিব জগতে মানুষের জ্ঞানের শাখা গড়িয়া উঠিয়াছে প্রকৃতি-বিজ্ঞান রূপে। প্রকৃতি-বিজ্ঞানের শিষ্ট, অনুভূতিজ্ঞান নানা অন্বেষণের সহায়ক বিজ্ঞান ও উদ্ভাবের যুক্তিদহ বিশ্লেষণ। প্রকৃতি-বিজ্ঞানে মানুষ বৃত্তি ও বুদ্ধির উপরই নির্ভরশীল। প্রকৃতি-বিজ্ঞানের উন্নত ও নিম্নত প্রসারিত রূপই আজ গড়িয়া তুলিয়াছে বৈজ্ঞানিকতার প্রগতিশীল বস্তুবাদী বিজ্ঞান সভ্যতা।

আজ যে খাদ্যিক ও বিজ্ঞান সভ্যতার যুগে আমরা বাস করি সে যুগে অনেকটুকু মিটি, রেডিও, রাডার, টেলিফোন, টেলিভিশন, সিনেমা, আন্টিবায়োটিক, রকেট, জেট-প্লেন, পরমাণু-শক্তি, কৃত্রিম উপগ্রহ এ-সবই আমাদের পতিদিনের জীবনযাত্রার সভ্যতার অঙ্গাঙ্গী। অগ্নে-বসনে, আদারে-বিহারে, প্রমোদে-বাসনে, দেশরক্ষা ও দেশের প্রগতিতে যুদ্ধ ও শান্তিতে—বিজ্ঞানের ও প্রযুক্তিবিদ্যার ভূমিকা আজ একান্ত ও অপরিহার্য।

প্রকৃতি-বিজ্ঞান : বিভিন্ন দৃষ্টিভঙ্গী হইতে নানা বস্তুর ও শক্তির পরীক্ষা-নিরীক্ষা, যুক্তিসহ বিশ্লেষণ ও সবিশেষ অন্বেষণে যে বিজ্ঞানগুলি গড়িয়া উঠে, উগাদের “প্রকৃতি-বিজ্ঞান” বলা হয়। প্রকৃতি-বিজ্ঞানের নানা শাখা আছে এবং প্রতিটি শাখারই একটি তাত্ত্বিক (theoretical) দিক ও আরেকটি ফলিত বা প্রযুক্তির (applied) দিক আছে। প্রকৃতি-বিজ্ঞানের মূল কয়েকটি শাখা :

মূলশাখা	প্রযুক্তি
জ্যোতির্বিজ্ঞা	মহাকাশ বিজ্ঞান
পদার্থ বিজ্ঞা	ইঞ্জিনিয়ারিং বিজ্ঞানসমূহ, পরমাণুশক্তি বিজ্ঞান
রসায়ন বিজ্ঞা	রাসায়নিক পদার্থ সমূহের উৎপাদন ও বিশ্লেষণ
জীববিজ্ঞা	পশুবিজ্ঞান
উদ্ভিদবিজ্ঞা	কৃষিবিজ্ঞান
ভূবিজ্ঞা	খনিজ-বিজ্ঞান
আবহ-বিজ্ঞা	আবহ-বিজ্ঞান
শারীর-বিজ্ঞা	চিকিৎসা-বিজ্ঞান

রসায়ন-বিজ্ঞান : বিজ্ঞানের যে শাখায় পদার্থের (মোল এবং যৌগের) ধর্ম, গুণাগুণ, ক্রিয়া-বিক্রিয়া, রূপান্তর, সাংগঠনিক রূপ, বিশ্লেষণ ও ব্যবহার অন্বেষণ করা হয়, সেই শাখাকে রসায়ন (Chemistry) নামে অভিহিত করা হয়।

প্রকৃতি-বিজ্ঞানের মূল শাখাগুলির মধ্যে রসায়ন শুধু অন্যতম নহে, বিশিষ্টতম। বস্তুতঃ, আজ সভ্যতায় যে উন্নত জীবন-যাত্রার রূপ, তাহা রসায়নেরই প্রত্যক্ষ বা পরোক্ষ অবদান। প্রকৃতি-বিজ্ঞানের যে কোন শাখারই পরীক্ষা-নিরীক্ষার উপকরণে যে বিশেষ বিশেষ গুণসম্পন্ন বস্তু আবশ্যিক, তাহা রসায়ন বিজ্ঞানেরই সৃষ্টি। জীবনযাত্রার নানান্তরে—জালানী, রুমি, পরিধেয়, কাগজ ও মুদ্রণ-শিল্প, যানবাহন, যোগাযোগ, শ্রমধ, ধাতুশিল্প, গৃহনির্মাণের বস্তু-সমূহ, কাচ, প্রাস্তিক ও অসংখ্য বস্তুর জন্মঃ উন্নত যে ব্যবহার তাহা রসায়নেরই প্রত্যক্ষ অবদান।

রসায়ন একটি ব্যাপক বিজ্ঞান এবং নিত্য-নূতন গবেষণা ও আবিষ্কার ইহার পরিধি ও সম্ভাবনাকে নিয়তই বিস্তৃত করিয়া চলিয়াছে। সংক্ষেপে, রসায়নের মূল বিভাগগুলি :

- ভৌত রসায়ন (Physical Chemistry)
- জৈব রসায়ন (Organic Chemistry)
- অজৈব রসায়ন (Inorganic Chemistry)
- বিশ্লেষণী রসায়ন (Analytical Chemistry)

রাসায়নিক পদার্থসমূহের ভৌত পদ্ধতি এবং রাসায়নিক বিক্রিয়াগুলির উপর চাপ-তাপ-বিদ্যুৎ-আলোক পদ্ধতির প্রভাব এবং রাসায়নিক বিক্রিয়াগুলির গতিপদ্ধতির নিয়ামক কারণগুলি সম্বন্ধে রসায়নের যে শাখায় বিশেষ অন্বেষণ করা হয়—উহা বস্তুতঃ **ভৌত রসায়ন**।

কয়ল, পেট্রোলিয়াম এবং অসংখ্য পাণী ও উদ্ভিদেচ্ছাত কার্বনযুক্ত নানা রাসায়নিক যৌগগুলি—মূলতঃ নানা হাইড্রো-কার্বন ও ওক্সালি চর্চতে সম্ভবিত যৌগসমূহ। এই যৌগসমূহ ও সংশ্লিষ্ট যৌগসমূহকে রসায়নের যে বিশেষ শাখায় অন্তর্ভুক্ত করা হয়—ঐ শাখাকে **জৈব রসায়ন** বলা হয়।

জৈব যৌগ বাদে অক্সিজেন রাসায়নিক যৌগগুলি ও উহাদের উৎপাদক মৌলগুলির প্রকৃতি, ধর্ম পদ্ধতি অনুশীলনের জন্য রসায়নের যে বিশেষ শাখা—উহাই **অজৈব রসায়ন**।

রসায়নের যে শাখায় রাসায়নিক মৌল ও যৌগ পদার্থসমূহের প্রকৃতি (qualitative) নিরূপণ এবং মাত্রা (quantative) নির্ধারণের জন্য যে নান পদ্ধতি ও অনুসৃত পদ্ধতির অনুশীলন করা হয়, রসায়নের ঐ শাখাকে **বিশ্লেষণীয় রসায়ন** বলা হয়।

উহাদের প্রতিটি শাখারই আবার বিজ্ঞানের অন্য শাখার মত—তুইটি শাখা আছে : তাত্ত্বিক শাখা ও ফলিত শাখা। ইহা ছাড়া রসায়নের যে বস্তুগুলির ব্যবহারিক মূল্যের জন্য বহুল উৎপাদন প্রয়োজনীয়, তাহার সংশ্লিষ্ট নানা অনুশীলন ও প্রযুক্তির জন্য রসায়নের একটি মূল শাখা গড়িয়া উঠিয়াছে—**রাসায়নিক শিল্প প্রযুক্তি শাখা (Chemical Engineering)**।

বর্তমান যুগে বিজ্ঞানের নানা শাখায় যে অকল্পনীয় দ্রুত প্রগতি ঘটিতেছে, তাহাতে বিজ্ঞানের বিভিন্ন শাখাগুলির স্থানিদিষ্ট সীমারেখা আর থাকিতেছে না এবং একটির আপেক্ষিকে আরেকটি শাখার নতুন রূপান্তর ঘটিতেছে। এইভাবে, নবমুঠে রসায়নের কয়েকটি শাখা—**কোয়ান্টাম রসায়ন (Quantum Chemistry)**, **প্রাণরসায়ন (Bio-Chemistry)**, **পরমাণু-কেন্দ্রিক রসায়ন (Nuclear Chemistry)**, **ভূ-রসায়ন (Geo-Chemistry)**, **মহাকাশ রসায়ন (Cosmo-Chemistry)** ইত্যাদি। গণিত ও পদার্থবিজ্ঞানের নানা নতুন তত্ত্বের প্রস্তাবনার ফলেও, রসায়নের নানা নতুন শাখা গড়িয়া উঠিয়াছে। বস্তুতঃ আধুনিক রসায়নের মূল তত্ত্বগুলির অধিকাংশই পদার্থবিজ্ঞান ও গণিতের নানা তত্ত্বের উপর ভিত্তি করিয়াই প্রতিষ্ঠিত।

রাসায়ন বিজ্ঞান একটি পরীক্ষাভিত্তিক বিজ্ঞান (Chemistry—an experimental science)

সকল বিজ্ঞানেরই ভিত্তি গড়িয়া উঠিয়াছে পরীক্ষারূপ ফলাফলকে কেন্দ্র করিয়া। রসায়ন বিজ্ঞানও একটি পরীক্ষাভিত্তিক বিজ্ঞান। নানা পরীক্ষা হইতে যে ফলাফল পাওয়া যায়, তাহা হইতেই রাসায়নিক নানা প্রণালী, তত্ত্ব, নিয়ম, স্বত্র ইত্যাদির সৃষ্টি হইয়াছে। রসায়নে অনুমান বা কল্পনার কোন স্থান নাই। যতক্ষণ না পরীক্ষার দ্বারা প্রমাণিত হয়, ততক্ষণ কোন বাসায়নিক তত্ত্ব বা প্রণালী, প্রতিষ্ঠিত ও গৃহীত হয় না।

পরীক্ষাকে ভিত্তি করিয়া কিরূপে রাসায়নিক তত্ত্ব ও নিয়ম প্রতিষ্ঠিত হয়, তাহার একটি উদাহরণ দেওয়া যাউতে পারে। আমরা সকলেই লক্ষ্য করিয়া থাকি, কতক বস্তু দাহ্য ও কতক বস্তু অদাহ্য। পরিচিত বস্তুব মধ্যে দাহ্য বস্তুর অতি সাধারণ উদাহরণ—কয়লা, কাঠ, মোমবাতি ইত্যাদি কয়েকটি কঠিন জাতীয় পদার্থ। কিন্তু এই পর্যবেক্ষণ অসম্পূর্ণ। স্পিরিট, পেট্রোল ইত্যাদি বস্তু গ্যাস হইলেও দাহ্য। অতএব, দাহ্যতা পদার্থের অবস্থা নির্ভর নয়।

বিশেষভাবে পর্যবেক্ষণ করিলে লক্ষ্য করা যায়, অল্পকূল বায়ু থাকিলে দহন সূক্ষ্মপূর্ণ হয়। বাড়ীৰ কয়লার বা কাঠের উনানে হাওয়া দিলে উহা ভালোভাবে জলে অথবা কোন অগ্নিকাণ্ড ঘটিলে বায়ুপ্রবাহে উহা বধিত হয় ও ছড়াইয়া পড়ে। আবদ্ধ পাত্রের বায়ুর জোগান বন্ধ করিয়া দিলে, জ্বলন্ত বস্তুও নিভিয়া যায়। অতএব, বায়ুর উপস্থিতি যথাযথ দহনের একটি শর্ত।

পর্যবেক্ষণকে আরও নানা পরীক্ষার সাহায্যে প্রসারিত করিলে দেখা যায় যে একটি নির্দিষ্ট পরিমাণ বায়ুযুক্ত পাত্র উপরের তালিকার দাহ বস্তুগুলি দহন করিবার পর বায়ুর নাইট্রোজেন অংশ অপরিবর্তিত ও অব্যবহৃত থাকে, কিন্তু অক্সিজেন অংশের রাসায়নিক রূপান্তর ঘটে। উপরিউক্তভাবে কয়লার দহন ঘটাইলে অক্সিজেন কার্বন ডায়ক্সাইডে পরিণত হয়; হাইড্রোজেনের অল্পরূপ দহনে, অক্সিজেন জলে পরিণত হয়। অতএব, বায়ুর সমগ্র অংশ নয়, কেবলমাত্র অক্সিজেন অংশ দহনে আবশ্যিক ইহাও জানা গেল।

সুতরাং দহনের মত একটি প্রাকৃতিক ঘটনাকে রসায়নে পরীক্ষার সাহায্যে আরও নানাভাবে লক্ষ্য করিয়া এই সিদ্ধান্তে উপনীত হওয়া যায় যে : ● দাহতা বস্তুর নিজস্ব ধর্ম ; ● দাহতা বস্তুর অবস্থার উপর নির্ভর করে না ; ● দহনের জন্য বায়ুর অক্সিজেন অংশের আবশ্যক ; ● দহনে দাহ্যবস্তু ও অক্সিজেনের রাসায়নিক পরিবর্তন ঘটে (অর্থাৎ উভয়েই নূতনতর অণুতে পরিণত হয়) ● পতি দহনেই তাপ উদ্ভূত হয় ; ● দহনের রাসায়নিক বিক্রিয়াগুলি, তাপদায়ী-বিক্রিয়া (exothermic reaction)।

কিন্তু এই সিদ্ধান্তগুলির আরও যাচাই প্রয়োজন। আরও নূতন নূতন দাহ্য বস্তু লইয়া পরীক্ষা এবং উহাদের ফলাফল দহন-ক্রিয়ার পূর্বোক্ত সিদ্ধান্তগুলি অনুসরণ করিতেছে কি-না তাহা লক্ষ্য করিয়া তবেই পূর্বোক্ত সিদ্ধান্তগুলিকে রাসায়নিক অর্থে সত্য বলিয়া গ্রহণ করা যায়। যদি ভবিষ্যতে এমন কোন বস্তু আবিষ্কৃত হয় যাহা বায়ুশূন্য স্থানে অক্সিজেন ছাড়াই দাহ্য, বা দহনের ফলে তাপ সৃষ্টির পরিবর্তে শৈত্যের সৃষ্টি করে, তবে পূর্বোক্ত সিদ্ধান্তগুলির সংশোধন বা পরিবর্তন ভবিষ্যতে অবশ্যই ঘটবে। এই কারণে, রাসায়নিক তত্ত্বগুলি বা নিয়মগুলি নিত্যা নয়। নূতনতর পরীক্ষা ও নূতনতর ফলাফল হইতে উহাদের নিয়তই পরিবর্তন ঘটে ও নূতন তত্ত্ব উপস্থাপিত হয়।

দাহতার পূর্বোক্ত সিদ্ধান্তগুলিতে উপনীত হওয়ার পরও, রসায়নের ছাত্রের কাছে ইহার অনুসারী অথ প্রশ্ন জাগিতে পারে। দাহতা ও প্রকৃত দহনের সম্পর্ক কি ? ফসফোরাস দাহ্য বস্তু ; ইহা বায়ুতে রাখিয়া দিলে স্বতঃস্ফূর্তভাবে জলিয়া উঠে ও দহন ঘটে। অপরক্ষেত্রে, বায়ুতে রক্ষিত অল্প দাহ্য বস্তু, কাঠ, কয়লা, কেরোসিন ইত্যাদির স্বতঃস্ফূর্ত দহন ঘটে না কেন ? কয়লা খনির নীচে বা প্লাষ্টিক কারখানা ইত্যাদিতে মাঝে মাঝে স্বতঃস্ফূর্ত আকস্মিক অগ্নিকাণ্ডের ঘটনা আমরা শুনিয়া থাকি। এগুলি ঘটে কিভাবে এবং কেন ?

পরীক্ষা করিলে দেখা যায়, প্রতি বস্তুরই দহন ক্রিয়া আবেগের জন্য একটি প্রজ্বলন-উষ্ণতা (ignition temperature) প্রয়োজন। এই প্রজ্বলন উষ্ণতায় না পৌঁছাইলে বস্তুর দহন ঘটে না।

এই সিদ্ধান্তের ফলে, আমরা উপলব্ধি করি বাড়ীতে কয়লার উনান জ্বালাইতে পূর্বে কাঠ (বা ঘুঁটে) জাতীয় পদার্থ জ্বালাইয়া লওয়া প্রয়োজন হয় কেন? কাঠের প্রজ্বলন-উষ্ণতা কম, উহা সংজেই জ্বলান যায়—কাঠের দহনে যে তাপ উৎপন্ন হয়, উহা সংস্পর্শে কয়লার প্রজ্বলন-উষ্ণতা পৌঁছাইয়া যায় ও তখন উহা জ্বলিতে থাকে।

কয়লা, প্রাস্টিক জাতীয় জৈব যৌগিকগুলির বায়ুর সংস্পর্শে অতি মৃদু (প্রায় নগণ্য) দহন-ক্রিয়া ঘটে। এগুলি তাপদায়ী বিক্রিয়া। বায়ু চলাচল করিলে বিক্রিয়া-উৎপন্ন নগণ্য তাপ বিকীরিত হইয়া যায় ও সমগ্র পদার্থটি প্রজ্বলন-উষ্ণতায় পৌঁছায় না। কিন্তু রুদ্ধ বায়ুতে, উৎপন্ন তাপ সঞ্চিত হইয়া এমন মাত্রায় পৌঁছাইতে পারে যেখানে সমগ্র কয়লা বা প্রাস্টিক জাতীয় পদার্থ প্রজ্বলন-উষ্ণতায় পৌঁছায় এবং তখন স্বতঃস্ফূর্ত দহন ঘটয়া থাকে। এই কারণেই কয়লাখনির নীচে বা প্রাস্টিক কারখানা ইত্যাদিতে মাঝে মাঝে স্বতঃস্ফূর্ত অগ্নিকাণ্ড ঘটয়া থাকে।

পরীক্ষাভিত্তিক বিজ্ঞানরূপে, রসায়নের সিদ্ধান্তগুলির অগ্রগতি ও বিকাশ মূলতঃ কয়েকটি স্তরের মধ্য দিয়া ঘটে। যথা—

● ঘটনার বা পরীক্ষার ফলাফল পর্যবেক্ষণ ;

● অল্পকণ ঘটনা ও বিভিন্ন শ্রেণীর ঘটনার সাদৃশ্য ও পার্থক্য নির্ণয় এবং শ্রেণী বিভাগ ;

● প্রতি শ্রেণীর ঘটনার লব্ধ ফলাফলের সুসঙ্গত বিচার ও বিশ্লেষণ ;

● ঘটনার বা পরীক্ষার ফলাফলের অন্তর্নিহিত সম্ভাব্য কারণ নির্ণয় ও তত্ত্বের প্রস্তাবনা ;

● প্রস্তাবিত তত্ত্ব, নানা পরীক্ষায় সত্য প্রমাণিত হইলে, অল্পকণ ঘটনায় কি ঘটবে তত্ত্বের প্রয়োগে তাহার সঠিক পূর্বাভাস।

সুতরাং রসায়ন-বিজ্ঞান বলিয়া নয়, যে কোন পরীক্ষাভিত্তিক বিজ্ঞানে, পরীক্ষার সঠিক ভূমিকা কি এ প্রসঙ্গে লিওনার্দো দ্যা ভিঞ্চির একটি উক্তি স্মরণীয় :

“...যে বিজ্ঞানগুলি পবীক্য ভিত্তির উপর প্রতিষ্ঠিত নয়—সে বিজ্ঞানগুলিতে অসংখ্য ভুলটি থাকে, সে বিজ্ঞানেগুলি বার্থ। একমাত্র পরীক্ষার কঠিনপাথরেই বৈজ্ঞানিক সত্যের যাচাই হইয়া থাকে।”

পদার্থ ও শক্তি

অল্পভূতির মাধ্যমে পরিপার্শ্বের সহিত আমরা পরিচিত হই। দৃষ্টিশক্তির মাধ্যমে আলো, শ্রবণশক্তির মাধ্যমে শব্দ, স্পর্শের মাধ্যমে উষ্ণতা এগুলি যেমন আমাদের অল্পভূতিতে পরিচিত হইয়া উঠে, তেমনি অপ্রাণ বা সপ্রাণ বায়ু, জল, পাথর, উদ্ভিদ,

প্রাণী এগুলিও আমাদের অল্পভূতি ও অভিজ্ঞতাগোচর হয়। বৈজ্ঞানিক দৃষ্টিভঙ্গিতে অল্পভূতির উৎসগুলিকে দুইটি শ্রেণীতে ভাগ করা হয়।

(1) শক্তি (Energy) ও (2) পদার্থ (Matter)।

শক্তি : যাহার দ্বারা কার্য সম্পন্ন করা যায়, তাহাকে বিজ্ঞানে শক্তি বলা হয়। শক্তি নানাবিধ। তাপ, বিদ্যুৎ, আলোক—এগুলি শক্তির নিত্য পরিচিত রূপ। পদার্থের সহিত শক্তির পার্থক্য :

- শক্তি পদার্থের দ্বারা কোন স্থান অধিকার করে না ;
- শক্তির নির্দিষ্ট আয়তন, আকৃতি, ওজন নাই ;
- শক্তি মাধ্যাকর্ষণের দ্বারা আকৃষ্ট হয় না ;
- শক্তি, শক্তির একরূপ হইতে অপরূপে রূপান্তরিত হয় (যেমন, তাপ হইতে বিদ্যুতে, আলোক হইতে তাপে, চুম্বক হইতে বিদ্যুতে ইত্যাদি) কিন্তু পদার্থে রূপান্তরিত হয় না।*

● যে-কোন কার্য সম্পন্ন করিতে গেলে, কোন না কোনরূপ শক্তির প্রয়োজন।

পদার্থ : যাচা আয়তন অধিকার করে, মাধ্যাকর্ষণে আকৃষ্ট হয় এবং রাসায়নিক বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণ করে, তাহাকে পদার্থ বলা হয়। শক্তি হইতে পদার্থের পার্থক্য :

● পদার্থ সর্বদাই নিজস্ব স্থান অধিকার করে ; সেই কারণে, একই কালে দুইটি পদার্থ যুগপৎ একই স্থান অধিকার করিতে পারে না।

- পদার্থের নির্দিষ্ট ওজন আছে।
- পদার্থের জড়তা (inertia) আছে।
- পদার্থ মাত্রই মাধ্যাকর্ষণের অধীন।

● পদার্থের রাসায়নিক রূপান্তর ঘটিলে শক্তি শোষিত বা উদ্ভূত হয়। যেমন, দহনের ফলে কয়লা যখন কার্বন ডায়ক্সাইডে রূপান্তরিত হয়, তখন আলোক ও তাপশক্তি নির্গত হয়।

* পদার্থ ও শক্তি, ইহাদের পারস্পরিক সম্পর্ক সম্বন্ধে পূর্বে ধারণা ছিল যে দুইটি পৃথক ও একটির অপরাগত রূপান্তর সম্ভব নয়। অর্থাৎ, ধারণা ছিল পদার্থ হইতে পদার্থই উৎপন্ন হয় এবং শক্তি হইতেই শক্তি উৎপন্ন হয়। এই প্রচলিত ধারণার পরিবর্তন ঘটে, এই শতাব্দীতে, মহাবিজ্ঞানী আইনস্টাইনের উপস্থাপিত তত্ত্বে। পদার্থ ও শক্তির আন্তঃপরিবর্তন সম্ভব এবং তাহা গাণিতিক নিয়মে দ্রুত। এই গাণিতিক সূত্রটিই বিখ্যাত আইনস্টাইনের সূত্র, $E=mc^2$

[E = শক্তির মাপ (erg) পরিমাণ, m = ভরের গ্রামে (gram) পরিমাণ,

c = আলোকের গতিবেগ = 3×10^{10} সে. মি./সেকেন্ড (cm./sec.)]

এই সূত্রানুসারে পদার্থ সম্পূর্ণরূপে শক্তিতে পরিণত হইতে পারে। পরমাণু বোমা (atom bomb) বা 'পরমাণু শক্তি বিক্রিয়ক'গুলিতে (atomic energy reactors) পদার্থের কিছু পরমাণুর ভর এইভাবে সম্পূর্ণরূপে শক্তিতে রূপান্তরিত হইলে বিপুল শক্তি উৎপন্ন করে। আবার বিপুল পরিমাণ শক্তিও সংহত হইয়া পদার্থে রূপান্তরিত হওয়া সম্ভব। এই শেষের প্রক্রিয়াটি অবশ্য এখনো মানুষের করায়ত্ত নহয়। কেবলমাত্র মহাশূন্যেই এইভাবে হয়তো শক্তি পদার্থে রূপান্তরিত হইয়া বিসৃজ্যভের পদার্থ সৃষ্টি করে।

পদার্থের ধর্ম, অবস্থা ও শ্রেণীবিভাগ

পদার্থের ধর্ম : পদার্থমাত্রেরই নিজস্ব কতকগুলি সাধারণ ধর্ম থাকে। এই ধর্মকে দুই ভাগে ভাগ করা যায় ; যথা—(1) বাহ্যিক বা বহিরংগ ধর্ম (Extensive properties) ; (2) অন্তর্নিহিত বা অন্তরংগ ধর্ম (Intensive properties) । সোনার তার, চাকৃতি বা দণ্ডের আলাদা আলাদাভাবে কতকগুলি ধর্ম বর্ণনা করা যায়। এইগুলি, পৃথক পৃথক সোনার বস্তুর আকৃতি অল্পযায়ী সোনার বহিরংগ ধর্ম। কিন্তু সোনার বস্তুর আকৃতি নির্বিশেষে, প্রত্যেকটিতেই সোনার কতকগুলি নিজস্ব ধর্ম আছে, যেমন উহার পীতবর্ণ, একটি নির্দিষ্ট গলনাংক ইত্যাদি ; এইগুলি সোনার অন্তরংগ ধর্ম। রসায়নে, প্রতিটি পৃথক পদার্থের অন্তরংগ ধর্মের অল্পশীলন গুরুত্বপূর্ণ। বৈশিষ্ট্য-বাচক অন্তরংগ ধর্মের সাহায্যেই এক পদার্থকে অপর পদার্থ হইতে চিহ্নিত করা যায়। বৈশিষ্ট্যবাচক ধর্মগুলি হইতে পদার্থের প্রযুক্তিও নির্ধারিত হয়।

পদার্থের যে সকল ধর্ম উহার উপাদান বা সংগঠন অবিকৃত রাখিয়া অল্পশীলন করা যায় সেই ধর্মগুলিকে, যেমন বর্ণ, গন্ধ, অবস্থা (physical state), পরিবাহিতা (conductivity) ইত্যাদিকে পদার্থের ভৌত ধর্ম (physical properties) বলা হয়। পদার্থের যে সকল ধর্মের অল্পশীলনকালে উহার রাসায়নিক পরিবর্তন ঘটে এবং যে ধর্মগুলি পদার্থের সংগঠন ও উপাদানের উপর নির্ভর করে, ঐগুলিকে পদার্থের রাসায়নিক ধর্ম (chemical properties) বলা হয়। যেমন, পদার্থটির দহন, অম্ল বস্তুর সহিত বিক্রিয়া ইত্যাদি।

অবস্থা অনুসারে পদার্থের শ্রেণীবিভাগ : পদার্থ মাত্রেরই তিনটি অবস্থায় অবস্থান করিতে পারে—(1) কঠিন, (2) তরল, (3) গ্যাসীয়। এই তিনটি অবস্থা, পদার্থের উপাদানের সংহতির (rigidity) মাত্রাভেদে উৎপন্ন হয়।

কঠিন অবস্থায় পদার্থের মধ্যে গঠনকারী অণু (molecule) ও পরমাণু (atom) সর্বাধিক সংহত থাকে এবং পরস্পরের আকর্ষণে নিকট ও দৃঢ় সংবদ্ধ থাকে। এজন্য কঠিন পদার্থের নির্দিষ্ট আকার ও আয়তন দুই-ই বর্তমান থাকে।

তরল অবস্থায় পদার্থের মধ্যে গঠনকারী অণু ও পরমাণুগুলির সংহতি কিছু শিথিল বলিয়া, পরস্পরের মধ্যে আকর্ষণ কিছু দুর্বলতর হয়। ফলে, তরল পদার্থের নির্দিষ্ট আকার থাকে না (আধারের আকার গ্রহণ করে), কিন্তু নির্দিষ্ট আয়তন থাকে।

গ্যাসীয় অবস্থায় পদার্থের মধ্যে গঠনকারী অণু-পরমাণুগুলির সংহতি তরল-পদার্থ অপেক্ষাও শিথিল বলিয়া, পারস্পরিক আকর্ষণ দুর্বলতম। ফলে অণু-পরমাণুগুলি, এই অবস্থায়, পরস্পর হইতে সহজেই দূরবিচ্ছিন্ন হইয়া যায়। এজন্য গ্যাসীয় পদার্থের নির্দিষ্ট আকারও নাই, নির্দিষ্ট আয়তনও নাই। কেবলমাত্র বদ্ধ পাত্রের আকারেই কোন গ্যাসের আকার (পাত্রের আকার) বা আয়তন (পাত্রের আয়তন) পাওয়া যায়।

পদার্থের এই অবস্থা তিনটি পরস্পরের সহিত সম্বন্ধযুক্ত এবং সাধারণভাবে তাপ বৃদ্ধির সহিত পদার্থ কঠিন হইতে তরল, তরল হইতে গ্যাসীয় এবং তাপ হ্রাসের সহিত



চিত্র নং 1'1

পদার্থের গ্যাসীয় হইতে তরল এবং তরল হইতে কঠিন অবস্থার ঘটে। (চিত্র নং 1'1)

কঠিন পদার্থ যে উষ্ণতায় তরলে পরিণত হয় ঐ উষ্ণতাকে কঠিনের গলনাংক (melting point) এবং তরল যে উষ্ণতায় গ্যাসীয় পদার্থরূপে পরিণত হয়, ঐ উষ্ণতাকে তরলের ফুটনাংক (boiling point) বলা হয়। বিপরীতক্রমে, গ্যাসীয় পদার্থ যে উষ্ণতায় তরল হয় উহাকে গ্যাসীয় পদার্থের তরলীভবন উষ্ণতা (liquifaction temperature) এবং তরল পদার্থ যে উষ্ণতায় কঠিন হয় ঐ উষ্ণতাকে তরলের হিমাংক (freezing point) বলা হয়। বস্তুতঃ অল্পরূপে তাপের গলনাংক=হিমাংক এবং ফুটনাংক=তরলীভবন উষ্ণতা। গলনাংক ও ফুটনাংক পারিপার্শ্বিক বায়ুচাপের উপর নির্ভরশীল। নির্দিষ্ট বায়ুচাপে, নির্দিষ্ট রাসায়নিক সংযুক্ত প্রত্যেক বিশুদ্ধ পদার্থের গলনাংক ও ফুটনাংক নিত্য (constant) এবং বিশিষ্ট পদার্থ সনাক্তকরণে এই গলনাংক ও ফুটনাংকগুলি বিশেষ সহায়ক। ক্রিস্টালিন (crystalline) বিশুদ্ধ মৌল ও যৌগ পদার্থের গলনাংক, নির্দিষ্ট বায়ুচাপে নিত্য হইলেও, অক্রিস্টালিন (noncrystalline) পদার্থ সমূহের (যেমন—মাখন, চর্বি, মোম, কাচ প্রভৃতির), বা যে সকল পদার্থের তরল হইতে কঠিনে পরিণত হইবার সময় সান্দ্রতার (viscosity) মধ্য দিয়া পরিবর্তন ঘটে—উহাদের, গলনাংক নিত্য নয়। সাধারণভাবে, 'কঠিন পদার্থসমূহের মিশ্রণ'গুলিরও স্থির গলনাংক নাই।

বিশুদ্ধ পদার্থের গলনাংক পারিপাশ্বিক চাপের উপর নির্ভরশীল। যে সকল পদার্থের গলনের ফলে আয়তন হ্রাস পায় (যেমন, বরফ) উহাদের ক্ষেত্রে চাপবৃদ্ধিতে গলনাংকের হ্রাস ঘটে। যে সকল পদার্থের গলনের ফলে আয়তন বৃদ্ধি ঘটে (যেমন, যৌগ) উহাদের ক্ষেত্রে চাপবৃদ্ধিতে গলনাংকের বৃদ্ধি ঘটে।

তরল পদার্থের স্ফুটনাংক সর্বদাই পারিপাশ্বিক চাপের উপর নির্ভরশীল এবং সাধারণ নিয়মে সকল তরল পদার্থের ক্ষেত্রেই চাপের বৃদ্ধি ও হ্রাসের উপর স্ফুটনাংকেরও যথাক্রমে বৃদ্ধি ও হ্রাস ঘটে। তরল পদার্থে কোন দ্রাব্য পদার্থ মিশ্রিত থাকিলে, দ্রাব্য পদার্থটির প্রকৃতি ও পরিমাণ অনুসারে তরলটির স্ফুটনাংক বৃদ্ধি (elevation of boiling point) ও হিমাংক হ্রাস (depression of freezing point) পায়। কোন কোন তরল পদার্থ বিশেষ মর্তসাপেক্ষে হিমাংক পার হইয়া গেলেও কঠিন হয় না; এই ঘটনাকে অতি শীতলন (supercooling) বলা হয়। কাচ একটি অতিশীতলিত তরল পদার্থ (supercooled liquid)। আবার কখনো কখনো তরলকে বর্ধিত বায়ুচাপে স্ফুটনাংকের উর্ধ্বেও উত্তপ্ত করা যায়, এই ঘটনাকে ‘অতিতাপন’ (super-heating) বলা হয়। সালফার নিষ্কাশণে 180°C তাপে (10—18 বায়ুচাপ) ‘অতিতপ্ত’ জল ব্যবহৃত হয়।

পদার্থের শ্রেণীবিভাগ—সমসত্ত্ব ও অসমসত্ত্ব পদার্থ : সকল পদার্থকেই সাধারণভাবে দুইটি শ্রেণীতে ভাগ করা যায় : (i) সমসত্ত্ব (homogeneous) পদার্থ ও (2) অসমসত্ত্ব (heterogeneous) পদার্থ।

পদার্থের যে কোন অংশের উপাদান ও ধর্ম যখন অপর অংশের উপাদান ও ধর্মের সহিত অভিন্ন হয় তখন ঐ পদার্থকে সমসত্ত্ব পদার্থ বলা হয়। বিশুদ্ধ অবস্থায়, সকল মৌল ও যৌগই—সমসত্ত্ব। কিন্তু সমসত্ত্ব পদার্থ মাত্রই বিশুদ্ধ মৌল বা যৌগ না হইতেও পারে; ব্রহণ, দুইটি পদার্থের (দ্রাব ও দ্রাবকের) মিশ্রণ হইলেও, উহা সমসত্ত্ব হয়। সমসত্ত্ব পদার্থে একটি মাত্র দশা (phase) বর্তমান থাকে।

পদার্থের এক অংশের উপাদান ও ধর্ম যখন অপর অংশের উপাদান ও ধর্ম হইতে পৃথক হয়, তখন পদার্থকে অসমসত্ত্ব পদার্থ বলা হয়। চিনি ও বালির মিশ্রণ প্রস্তুত করিয়া অণুবীক্ষণে দেখিলে কোন অংশে চিনির সামান্য আধিক্য এবং কোন অংশে বালির সামান্য আধিক্য দেখা যায়; অর্থাৎ, মিশ্রণটি অসমসত্ত্ব। অধুরূপভাবে, বালি ও জলের মিশ্রণ—অসমসত্ত্ব। অসমসত্ত্ব পদার্থে একাধিক দশা (phase) বর্তমান থাকে।

পদার্থের শ্রেণীবিভাগ—মৌল ও যৌগ : পদার্থের শ্রেণীবিভাগে, রাসায়নিক বিচারে আরও একভাবে উহাদের শ্রেণীবিভাগ করা যায় : (1) মৌল (Element) এবং (2) যৌগ (Compound)।

কঠিন, তরল ও গ্যাসীয় অবস্থায় বহু পদার্থের সহিত আমরা পরিচিত। এই পদার্থগুলিকে যথাযথ রাসায়নিক বিশ্লেষণ করিলে একটি ঘটনা লক্ষ্য করা যায়। দেখা যায়, কিছু পদার্থ রাসায়নিক বিশ্লেষণে লঘুতর ওজনের একাধিক সরলতর পদার্থে

পরিণত হয়, অর্থাৎ আদি পদার্থটির গঠন ছিল জটিল এবং উহা হইতে বিস্মিষ্ট পদার্থগুলির গঠন অপেক্ষাকৃত সরল। আবার কিছু পদার্থ আছে যাহাদের বিশ্লেষণে সরল গঠনযুক্ত কোন পদার্থই বিস্মিষ্ট হয় না।

যে পদার্থকে রাসায়নিক বিশ্লেষণে কোন সরলতর উপাদান পদার্থে বিস্মিষ্ট করা যায় না, রাসায়নে তাহাকে মৌল (element) বলা হয় *।

উদাহরণ : হাইড্রোজেন, অক্সিজেন, মারকারি, সোডিয়াম, ইউরেনিয়াম ইত্যাদি। অবশ্য এমন চিন্তা করা যায় যে রাসায়নিক বিশ্লেষণের প্রচলিত পদ্ধতির ক্ষমতা সীমাবদ্ধ বলিয়া মৌল পদার্থকে সরলতর উপাদানে বিশ্লেষণ করা যাইতেছে না। যদি এমন হয় এবং ভবিষ্যতে নূতন পদ্ধতির বিশ্লেষণে তাহা সম্ভব হয় তবে আজ যাহাকে মৌল বলা হইতেছে, তাহাকে সংজ্ঞানুসারে ভবিষ্যতে আর মৌল বলা যাইবে না।

যে পদার্থ সমসত্ত্ব ও নির্দিষ্ট ধর্মসম্পন্ন অথচ যাহাকে বিশ্লেষণে সরল হইতে সরলতর করিয়া শেষপর্যন্ত একাধিক মৌল পদার্থ পাওয়া যায়, রাসায়নিক সংজ্ঞানুসারে তাহাকে যৌগ (compound) বলা হয়।

উদাহরণ : অ্যাসিড, ক্ষারক, লবণ, জল, তুঁতে, চিনি ইত্যাদি।

নির্দিষ্ট অনুপাতে একাধিক মৌলের রাসায়নিকভাবে সম্মিলিত রূপই যৌগ। উদাহরণস্বরূপ, জলের কথা ধরা যাক। জল যে অবস্থায়ই থাকুক (বরফ, জল, স্টিম) উহা বিশ্লেষণ করিলে দুইটি গ্যাসীয় পদার্থে (হাইড্রোজেন 11.19, এবং অক্সিজেন 88.81 ..) বিস্মিষ্ট হয়। এই উৎপন্ন গ্যাসীয় পদার্থ দুইটি আলাদা আলাদাভাবে লইয়া নানাভাবে বিশ্লেষণ করিলেও উহার অপরিবর্তিত থাকে অর্থাৎ সংজ্ঞানুসারে, জল একটি যৌগ পদার্থ এবং হাইড্রোজেন ও অক্সিজেন মৌল পদার্থ।

পৃথিবীতে 92টি স্থায়ী মৌল পদার্থের সন্ধান পাওয়া যায়। ইহার মধ্যে দুইটি মৌল অতি অস্থায়ী এবং সাধারণভাবে অপ্রাপ্য। ইহা ছাড়া সাম্প্রতিককালে কতকগুলি অস্থায়ী মৌল কৃত্রিম উপায়ে পরীক্ষাগারে প্রস্তুত করা সম্ভব হইয়াছে। সর্বসময়ে পৃথিবীতে পরিজ্ঞাত মৌলের সংখ্যা এখন 105টি।

90টি পাণিব স্থায়ী মৌলের, দুই বা ততোধিকের মধ্যে নির্দিষ্ট আনুপাতিক সংযোগে যৌগগুলির উৎপত্তি ঘটে। পৃথিবীর অধিকাংশ পদার্থই যৌগ। রাসায়নিক অর্থে, পরিজ্ঞাত সংযুতির যৌগের সংখ্যা পাঁচ লক্ষাধিক। মৌলযোগে যৌগ গঠিত হইলেও, যৌগের ধর্ম, মৌলগুলির ধর্ম হইতে সম্পূর্ণ পৃথক হইয়া থাকে।

মৌলের শ্রেণীবিভাগ—ধাতু, অধাতু ও ধাতুকল্প :

92টি স্থায়ী মৌল পদার্থকে ভৌত ও রাসায়নিক ধর্মের বিচারে মূলতঃ তিনটি শ্রেণীতে ভাগ করা হয় (1) ধাতু (metal) ও (2) অধাতু (non-metal) (3) ধাতুকল্প (metalloid)।

যে মৌলগুলির পরমাণু ইলেকট্রন মোচন করার ধর্মযুক্ত, স্বাভাবিক অবস্থায় যাহারা

* মৌলের এই সংজ্ঞাটি প্রথম প্রস্তাব করেন রবার্ট বয়েল (1627—1691)।

কঠিন* উজ্জ্বল ঘাসসহ, পাত ও তার রূপে যাহাদের আকার দেওয়া যায় এবং যাহাদের অক্সাইড যৌগ ক্ষারীয় ধর্মসম্পন্ন—উহাদের ধাতু বলা হয়। উদাহরণ—সোডিয়াম, ক্যালসিয়াম, আয়রন, ক্রোমিয়াম ইত্যাদি।

যে মৌলগুলির পরমাণু ইলেকট্রন গ্রহণ করার ধর্মযুক্ত, স্বাভাবিক অবস্থায় যাহারা কঠিন বা গ্যাসীয়ক, যেগুলিকে পাত বা তার রূপে আকৃতি দেওয়া যায় না, এবং যাহাদের অক্সাইড যৌগ, প্রশম বা অম্লীয় ধর্মসম্পন্ন—উহাদের অধাতু বলা হয়। উদাহরণ—হাইড্রোজেন, নাইট্রোজেন, অক্সিজেন, সালফার, বোরন, সিলিকন ইত্যাদি।

যে মৌলগুলির মধ্যে আংশিকভাবে ধাতুর ও আংশিকভাবে অধাতুর বৈশিষ্ট্য দেখা যায়, উহাদের ধাতুকল্প বলা হয়। উদাহরণ—আর্সেনিক, আন্টিমনি।

পদার্থের শ্রেণী বিভাগ—যৌগ ও মিশ্র পদার্থ :

পৃথক ধর্ম সম্পন্ন দুই বা ততোধিক মৌল পদার্থের নির্দিষ্ট অনুপাতে রাসায়নিক সংযোগ ঘটিয়া যে নূতন ধর্মযুক্ত পদার্থ উৎপন্ন হয়, উহাকে যৌগ পদার্থ (compound) বলা হয়।

● এক, দুই বা ততোধিক যৌগ পদার্থও রাসায়নিক বিক্রিয়ার মাধ্যমে নূতন যৌগ পদার্থ উৎপন্ন করিতে পারে।

● যৌগ পদার্থ বিশ্লেষণ করিয়া, সবদাই বিভিন্ন ধর্মযুক্ত মৌল পদার্থ পাওয়া যায়।

● যৌগ পদার্থ সবদাই সমসত্ত্ব (homogeneous) হয়।

উদাহরণস্বরূপ, হাইড্রোজেন একটি লঘুভার দাহ্য গ্যাস এবং অক্সিজেন একটি অপেক্ষাকৃত গুরুভার, দহনের সহায়ক গ্যাস। নির্দিষ্ট ওজনের অনুপাতে হাইড্রোজেন ও অক্সিজেন (1 গ্রাম : 8 গ্রাম) রাসায়নিক বিক্রিয়ায় সম্মিলিত হইয়া মোট 9 গ্রাম জল উৎপন্ন করে। জল একটি তরল পদার্থ এবং উহা দাহ্যও নহে, দহনেরও সহায়ক নয়। অর্থাৎ, জলের ধর্ম, উৎপাদক হাইড্রোজেন ও অক্সিজেনের ধর্ম হইতে সম্পূর্ণ পৃথক। হতরাং, জল একটি যৌগ পদার্থ।

ক্যালসিয়াম একটি শাদা, কঠিন, সক্রিয় ধাতু, কার্বন একটি সাধারণভাবে নিক্রিয়, কালো, অধাতু এবং অক্সিজেন একটি বর্ণহীন, দহনের সহায়ক গ্যাস। এই তিনটি মৌলের নির্দিষ্ট অনুপাতে রাসায়নিক সংযোগে ($\text{Ca} : \text{C} : \text{O} :: 40 \text{ গ্রাম} : 12 \text{ গ্রাম} : 48 \text{ গ্রাম}$) ক্যালসিয়াম কার্বনেট উৎপন্ন হয়। ক্যালসিয়াম কার্বনেট একটি শাদা অদ্রব্য পদার্থ। উৎপাদক মৌলগুলির কোনটিরই ধর্মের সহিত, ক্যালসিয়াম কার্বনেটের ধর্মের সাদৃশ্য নাই। ক্যালসিয়াম কার্বনেট, একটি যৌগ পদার্থ।

আ্যামোনিয়া একটি ক্ষারধর্মী গ্যাসীয় যৌগ ; হাইড্রোজেন ক্লোরাইড গ্যাসও একটি যৌগ। ইহাদের মধ্যে নির্দিষ্ট ওজন অনুপাতে (17 গ্রাম : 36.5 গ্রাম) রাসায়নিক

* মার্কায়ী বা পারদ ধাতু হইলেও তরল।

† ভ্রোমিন তরল অধাতু।

‡ নিক্রিয় গ্যাসগুলি। inert gases ; অধাতু, কিন্তু পূর্বোক্ত সাজ্জার অধিকাংশ সর্বই অনুসরণ করে না।

সংযোগ ঘটায়, অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড নামক সম্পূর্ণ ভিন্নধর্মী একটি কঠিন পদার্থ উৎপন্ন হয়। অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড, একটি যৌগ পদার্থ। এই যৌগের বিশ্লেষণে, নাইট্রোজেন, হাইড্রোজেন ও ক্লোরিন—তিনটি ভিন্নধর্মী গ্যাসীয় মৌল পাওয়া যায়।

রাসায়নিক বিক্রিয়া না ঘটায়—দুই বা ততোধিক মৌল পদার্থ ও মৌল পদার্থ, কিংবা মৌল পদার্থ ও যৌগ পদার্থ, অথবা যৌগ পদার্থ ও যৌগ পদার্থ মিশ্রিত হইয়া, যে সম্মিলিত পদার্থ উৎপন্ন করে, উহাকে মিশ্র পদার্থ (mixture) বলা হয়।

● মিশ্র পদার্থে মিশ্রিত পদার্থগুলির অনুপাত সর্বদা নির্দিষ্ট থাকে না।

● মিশ্র পদার্থ সমসত্ত্ব বা অসমসত্ত্ব হইয়া থাকে।

● মিশ্র পদার্থে মিশ্রিত হইবার পর উপাদানগুলির প্রতিটির রাসায়নিক ধর্ম এবং অণু অপরিবর্তিত থাকে।

● মিশ্র পদার্থে, মিশ্রিত উপাদানগুলি সহজে পৃথক করা যায়।

উদাহরণস্বরূপ, বায়ু—নাইট্রোজেন ও অক্সিজেন গ্যাসের মিশ্র পদার্থ। পৃথকভাবে অক্সিজেনের ও নাইট্রোজেনের মধ্যে যে যে ধর্ম দেখা যায়, বায়ুর মধ্যে বর্তমান থাকিয়া, উহার একই ধর্ম দেখায়। অতএব বায়ু একটি মিশ্র পদার্থ।

লোহাচূর ও গন্ধক মিশ্রিত করিবার পর দেখা যায়, মিশ্র পদার্থটিতে চূড়ক ধরিলে লোহার কণা আকৃষ্ট হইয়া আসে, অর্থাৎ মিশ্রণের পূর্বে লোহার কণার যে ধর্ম ছিল, মিশ্র পদার্থের মধ্যেও লোহার সেই ধর্ম অপরিবর্তিত আছে। আবার মিশ্র পদার্থটিতে, কার্বন ডাইসাল্ফাইড দ্রাবক যোগ করিলে দেখা যায় মিশ্র পদার্থটির গন্ধক অংশ দ্রবীভূত হয়; অর্থাৎ অমিশ্রিত গন্ধকের কার্বন ডাইসাল্ফাইডে দ্রাব্য হইবার যে ধর্ম, মিশ্র পদার্থেও সেই ধর্মই বজায় আছে। সুতরাং, লোহাচূর ও গন্ধকের সম্মিলিত রূপ একটি মিশ্র পদার্থ মাত্র।

মিশ্র পদার্থকে সমসত্ত্ব ও অসমসত্ত্ব অনুসারে নানাভাবে শ্রেণীভাগ করা যায়—

সমসত্ত্ব মিশ্র :

- (i) কঠিন+কঠিন—উদাহরণ, ধাতুসংকর পিত্তল (কপার+জিংক)
- (ii) কঠিন+তরল—উদাহরণ, চিনির জলীয় দ্রবণ
- (iii) তরল+তরল—উদাহরণ, অ্যালকোহলের জলীয় দ্রবণ
- (iv) তরল+গ্যাস—উদাহরণ, সোডাওয়াটার
- (v) গ্যাস+গ্যাস—উদাহরণ, বায়ু।

অসমসত্ত্ব মিশ্র : (দ্বিতীয় খণ্ড : কোলয়েড প্রসংগ স্রষ্টব্য)

- (i) গ্যাস+তরল—উদাহরণ, সাবানের ফেনা
- (ii) তরল+তরল—উদাহরণ, দুধ
- (iii) তরল+গ্যাস—উদাহরণ, মেঘ
- (iv) কঠিন+গ্যাস—উদাহরণ, ধোঁয়া
- (v) কঠিন+তরল—উদাহরণ, কাদাজল

যৌগ ও মিশ্র পদার্থের পার্থক্য

যৌগ পদার্থ	মিশ্র পদার্থ
<p>1. যৌগ পদার্থ উৎপাদনে সর্বদাই উপাদানগুলির মধ্যে রাসায়নিক বিক্রিয়া ঘটে।</p> <p>নাইট্রোজেন ও অক্সিজেনের রাসায়নিক সম্মিলনে, নাইট্রিক অক্সাইড যৌগ উৎপন্ন হয়।</p>	<p>1. মিশ্র পদার্থ উৎপাদনে উপাদান-গুলির মধ্যে কখনই রাসায়নিক বিক্রিয়া ঘটে না।</p> <p>বায়ু নাইট্রোজেন ও অক্সিজেনের সাধারণ মিশ্র। ইহার মধ্যে নাইট্রোজেন ও অক্সিজেনের রাসায়নিক বিক্রিয়া ঘটে নাই।</p>
<p>2. যৌগ পদার্থ উৎপাদনে, সর্বদাই তাপের উদ্ভব বা শোষণ ঘটে।</p> <p>হাইড্রোজেন ও অক্সিজেন রাসায়নিক সম্মিলনে, জল উৎপন্ন করার সহিত প্রচুর তাপ উদ্ভব করে। নাইট্রোজেন ও অক্সিজেন রাসায়নিক সম্মিলনে নাইট্রিক অক্সাইড উৎপাদন কালে, তাপ শোষিত হয়।</p>	<p>2. মিশ্র পদার্থ উৎপাদনে তাপের উদ্ভব বা শোষণ আবশ্যিক নয়।</p> <p>কিছু কিছু ক্ষেত্রে, যেমন গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিডের জলীয় দ্রবণ প্রস্তুতকালে তাপের উদ্ভব হয়; অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইডের জলীয় দ্রবণ প্রস্তুত কালে, তাপ শোষিত হয়।</p>
<p>3. যৌগ পদার্থ উৎপাদনে, উপাদান-গুলির মধ্যে ওজনের একটি নির্দিষ্ট অনুপাত থাকে।</p> <p>আয়রন ও সালফারের যৌগ—আয়রন সালফাইড উৎপন্ন হইবার কালে, আয়রন ও সালফারের ওজনের একটি নির্দিষ্ট অনুপাত (55.84 : 32) সর্বদাই বর্তমান থাকে।</p>	<p>3. মিশ্র পদার্থ উৎপাদনে উপাদান-গুলির মধ্যে ওজনের যে কোন অনুপাত থাকিতে পারে।</p> <p>'আয়রন ও সালফারের মিশ্র'—যে কোনো ওজনের আয়রন চূর্ণ ও সালফার চূর্ণের মিশ্রণ উৎপন্ন হইতে পারে।</p>
<p>4. যৌগ পদার্থ সৃষ্টির কালে, সর্বদাই নূতন অণু সৃষ্টি হয়।</p> <p>আয়রন ও সালফারের যৌগ উৎপাদন কালে নূতন আয়রন সালফাইডের অণু সৃষ্টি হয়।</p> <p>হাইড্রোজেন ও অক্সিজেনের যৌগ—জল, উৎপাদন কালে, জলের নূতন অণু সৃষ্টি হয়।</p>	<p>4. মিশ্র পদার্থে, উপাদানগুলির অণু বা পরমাণুগুলিই বর্তমান থাকে; নূতন অণু সৃষ্টি হয় না।</p> <p>চিনি ও জলের দ্রবণে চিনির অণু ও জলের অণু পাশাপাশি থাকে, কোন নূতন অণু সৃষ্টি হয় না।</p> <p>আয়রন ও সালফারের মিশ্র পদার্থে আয়রনের পরমাণু ও সালফারের পরমাণুই থাকে, নূতন অণু সৃষ্টি হয় না।</p>
<p>5. যৌগ পদার্থের ধর্ম, উৎপাদক উপাদানগুলির ধর্ম হইতে পৃথক হয়।</p> <p>আয়রন সালফাইড যৌগের ধর্ম, উপাদান সালফার ও আয়রনের ধর্ম হইতে সম্পূর্ণ পৃথক। ইহা চুম্বকেও আকৃষ্ট হয় না, বা কার্বন ডাই-সালফাইডেও দ্রবীভূত হয় না।</p>	<p>5. মিশ্র পদার্থের ধর্মে, উৎপাদক উপাদানগুলির ধর্ম বজায় থাকে।</p> <p>আয়রন ও সালফারের মিশ্রে, মিশ্রিত হইবার পরও আয়রন অংশ চুম্বকে আকৃষ্ট হয় এবং সালফার অংশ, কার্বন ডাইসালফাইডে দ্রবীভূত হয়।</p> <p>চিনির জলীয় দ্রবণে, চিনির মিষ্টতা এবং জলের সকল ধর্মই বজায় থাকে।</p>

যৌগ পদার্থ

6. যৌগ পদার্থের উপাদানগুলি, সহজে পৃথক করা যায় না।

সোডিয়াম ক্লোরাইড একটি যৌগ। বাষ্পীভবন, কেসান প্রভৃতি সাধারণ রাসায়নিক প্রক্রিয়ায় ইহার উপাদানগুলিকে পৃথক করা যায় না। পলিত অবস্থায় ইহাতে তীব্র তড়িৎ চালনা করিলে, তবেই উপাদানগুলি, সোডিয়াম ও ক্লোরিন পৃথক করা যায়।

7. যৌগ পদার্থের সর্বদাই একটি নির্দিষ্ট গলনাংক ও স্ফুটনাংক থাকে।

জল যৌগ পদার্থ; সাধারণ বায়ুচাপে ইহার স্ফুটনাংক সর্বদাই 100°C এবং হিমাক সর্বদাই 0°C ।

8. যৌগ পদার্থ সর্বদাই সমসত্ত্ব প্রকৃতির।

যৌগ জলের যে কোন অংশের সংযুতি ও ধর্ম; অপর অংশের সংযুতি ও ধর্মের সহিত অভিন্ন।

মিশ্র পদার্থ

6. মিশ্র পদার্থের উপাদানগুলি সহজেই পৃথক করা যায়।

আয়রন ও সালফারের মিশ্র, চুষক প্রয়োগ করিলে—আয়রন অংশ সহজেই আলাদা হইয়া যায়।

চিনির জলীয় দ্রবণকে বাষ্পীভবন করিলে, জল বাষ্পীভূত হইয়া যায়, এবং অবশিষ্টরূপে অবিকৃত চিনি পড়িয়া থাকে।

7. মিশ্র পদার্থের নির্দিষ্ট গলনাংক বা স্ফুটনাংক থাকে না।*

বায়ু মিশ্র পদার্থ; তরল বায়ুর নাইট্রোজেন অংশের স্ফুটনাংক -195.7°C এবং অক্সিজেন অংশের স্ফুটনাংক -183°C ।

8. মিশ্র পদার্থ, উপাদানগুলির প্রকৃতিভেদে সমসত্ত্ব ও অসমসত্ত্ব উভয়ই হয়।

মিশ্র পদার্থরূপে, জল ও বালির মিশ্র অসমসত্ত্ব মিশ্রণের উপরাংশে জলের আধিক্য ও নিম্নাংশে বালির আধিক্য থাকে।

চিনির জলীয় দ্রবণ সমসত্ত্ব, ইহার যে কোন অংশের স্বাদ এবং চিনি ও জলের অনুপাত যে কোন অপর্যাংশের সহিত অভিন্ন।

দ্রবণ একটি মিশ্র পদার্থ

জলে দ্রাব্য পদার্থ, জলের সহিত মিশ্রিত হইয়া যে মিশ্র উৎপন্ন করে, উহাকে পদার্থের জলীয় দ্রবণ বলা হয়।

জলীয় দ্রবণে যৌগ পদার্থ স্ফটিক অল্পরূপ কিছু কিছু সাদৃশ্য, আবার মিশ্র পদার্থ স্ফটিকও কিছু কিছু সাদৃশ্য লক্ষ্য করা যায়।

যৌগ পদার্থের দ্রবণের সহিত সাদৃশ্য—

● যৌগ পদার্থ সর্বদাই সমসত্ত্ব; জলীয় দ্রবণও সর্বদাই সমসত্ত্ব।

লবণের দ্রবণের প্রতি বিন্দুই লবণাক্ত স্বাদের, ও প্রতি বিন্দুর সহিত অপর বিন্দুর ধর্ম অভিন্ন।

● যৌগ পদার্থ সর্বদাই উৎপাদনকালে তাপশোষণ বা তাপ মোচন করে।

* কিছু বিশেষ প্রকৃতির মিশ্র, যেমন খাতুর ক্ষেত্রে ইন্টেক্টিক্ (eutectic) এবং তরল পদার্থের ক্ষেত্রে 'নিম্ন স্ফুটনাংক মিশ্র', (azeotropic mixture) —বাতিরূপ।

কিছু দ্রাব্য পদার্থ, যেমন কষ্টিক সোডা, সালফিউরিক অ্যাসিড জলের সহিত দ্রবণকালে তাপমোচন করে, অর্থাৎ উত্তপ্ত হইয়া উঠে। আবার কিছু কিছু দ্রাব্য পদার্থ—যেমন অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড জলীয় দ্রবণকালে শীতল হয়, অর্থাৎ তাপ শোষণ করে।

● যৌগ পদার্থে উপাদানগুলির ধর্ম হইতে সর্বদাই যৌগের পৃথক ধর্ম লক্ষ্য করা যায়।

কোন কোন দ্রাব্য পদার্থের দ্রবণকালেও কিছু কিছু আপাত নূতন ধর্ম লক্ষ্য করা যায়। অনার্দ্র কোবাল্ট ক্লোরাইড নীল। জল বর্ণহীন। উভয়ের মিশ্রণে, কোবাল্ট ক্লোরাইডের জলীয় দ্রবণ, গোলাপী বর্ণ ধারণ করে।

● যৌগ পদার্থে, উপাদানগুলির অহুপাত নির্দিষ্ট থাকে।

রাসায়নিক যৌগ গঠনকালে নির্দিষ্ট অহুপাতের অধিক পরিমাণ কোন উপাদান থাকিলে উহা যৌগ উৎপাদন শেষে অতিরিক্ত পড়িয়া থাকে।

নির্দিষ্ট উষ্ণতার সম্পৃক্ত দ্রবণেও উপাদানগুলির অহুপাত নির্দিষ্ট থাকে; ঐ অহুপাতের অতিরিক্ত দ্রাব বর্তমান থাকিলে উহা অতিরিক্তরূপে পড়িয়া থাকে। চিনির সম্পৃক্ত দ্রবণে, চিনি ও জলের অহুপাত নির্দিষ্ট। এই নির্দিষ্ট অহুপাতের অতিরিক্ত চিনি দ্রবণে যৌগ করিলে, উহা দ্রাব্য হয় না অতিরিক্ত পড়িয়া থাকে।

যৌগ পদার্থের স্ফুটনাংক বা হিমাংক নির্দিষ্ট। সম্পৃক্ত দ্রবণেরও স্ফুটনাংক ও হিমাংক নির্দিষ্ট।

মিশ্র পদার্থের সহিত দ্রবণের সাদৃশ্য—

● মিশ্র পদার্থে উপাদানগুলির ধর্ম বজায় থাকে।

দ্রবণেও, উপাদানগুলির ধর্ম বজায় থাকে। কঠিন লবণের স্বাদ আর জলীয় দ্রবণে লবণের স্বাদ একই।

● মিশ্র পদার্থে উপাদানগুলি সহজেই পৃথক করা যায়।

দ্রবণ হইতেও দ্রাব্য পদার্থকে—কেলাসন, বাষ্পীভবন প্রভৃতির সাহায্যে সহজেই পৃথক করা যায়।

● মিশ্র পদার্থে উপাদানগুলির মাত্রার হ্রাসবৃদ্ধি করা সম্ভব।

অসম্পৃক্ত দ্রবণগুলিতেও, দ্রাব্য পদার্থ ও জলের অহুপাত নানামাত্রায় পরিবর্তিত করা সম্ভব।

● মিশ্র পদার্থে উপাদানগুলির তারতম্য ভেদে গলনাংক ও স্ফুটনাংকের তারতম্য হয়; অসম্পৃক্ত দ্রবণের ক্ষেত্রেও, দ্রাব ও দ্রাবকের মাত্রাভেদে গলনাংক ও স্ফুটনাংকের তারতম্য ঘটে।

জলীয় দ্রবণকে মিশ্র পদার্থরূপে গণ্য করার নিষ্পত্তিমূলক যুক্তি এই যে, যৌগ পদার্থের সহিত সাদৃশ্য থাকিলেও দ্রবণকালে দ্রাব পদার্থ ও দ্রবণের অণু অপরিবর্তিত থাকে; অতএব—দ্রবণ একটি মিশ্র পদার্থ।

দ্বিতীয় অধ্যায়

রাসায়নিক সংযোগ সূত্রাবলী

ভৌত ও রাসায়নিক পরিবর্তন—রাসায়নিক সংযোগ সূত্রাবলী—পরমাণুবাণ
ও ডাণ্টীয় তত্ত্ব—ডাণ্টনের পরমাণুবাণের অবদান, ক্রটি ও অসম্পূর্ণতা—
পরমাণুর প্রকৃত গঠন ও পারমাণবিক ওজন।

প্রকৃতিতে বস্তুভ্রগৎ ও প্রাণী-ভ্রগৎ, উভয় ক্ষেত্রেই নিয়ত পরিবর্তন ঘটিতেছে। কোন কোন ক্ষেত্রে এই পরিবর্তন প্রত্যক্ষ ও দ্রুত ঘটিয়া থাকে, আবার কোন কোন ক্ষেত্রে এই পরিবর্তন এত ধীরমাত্রায় ঘটে যে প্রায় বোঝা যায় না। এক টুকরা পাথর প্রায় অনড়, পরিবর্তনহীন। কয়েক শতাব্দী পরে, পরীক্ষায়, উহারও পরিবর্তন ঘটে দেখা যায়। পৃথিবী বা বিশ্ব-ভ্রগতে পরিবর্তনহীন, নিত্য কোন কিছুই অস্তিত্ব সম্ভব নয়।

পদার্থের পরিবর্তন এককভাবে ঘটিতে পারে; আবার, অল্প পদার্থের সহিত সংযোগেও পরিবর্তন ঘটে। এই পরিবর্তন, মূলতঃ দুই শ্রেণীর বলিয়া লক্ষ্য করা যায় : (1) ভৌত পরিবর্তন (Physical change) ও (2) রাসায়নিক পরিবর্তন (Chemical change)।

যে পরিবর্তনে, পদার্থের কেবলমাত্র আপাত পরিবর্তন ঘটে, কিন্তু মূল আভ্যন্তরীণ গঠন—অর্থাৎ অণু বা পরমাণুর, কোন পরিবর্তন ঘটে না—এ পরিবর্তনকে ভৌত বা অবস্থাগত পরিবর্তন বলা হয়।

ভৌত পরিবর্তন—

● পদার্থের পরিবর্তন, পদার্থের একটি নির্দিষ্ট পরিমাণের উপর নির্ভর করে না।

যেমন, একটুকরা বরফও বহুত উষ্ণতায় তরল জলে পরিণত হয়, আবার এক কিলোগ্রাম বা ততোধিক ওজনের বরফও অনুরূপভাবে তরল জলে পরিণত হয়। কঠিন বরফের, তরল জলে যে পরিবর্তন ঘটে উহা বরফের পরিমাণ-নির্ভর নয়; এই পরিবর্তন একটি ভৌত পরিবর্তন।

● পদার্থের মূলগত গুণগুলি অক্ষুণ্ণ থাকে অর্থাৎ পদার্থের অণুগুলি (molecules), বা পরমাণুগুলি (atoms) অপরিবর্তিত থাকে।

যেমন, চিনি কঠিন পদার্থ; উহা জলে যোগ করিলে কঠিন চিনির কণাগুলি দ্রবীভূত হইয়া যায় ও কঠিন কণাগুলি আর দেখা যায় না। কিন্তু, এই আপাত পরিবর্তনেও লক্ষ্য করা যায়, দ্রবণে চিনির মিষ্টতার ধর্ম, অক্ষুণ্ণ আছে এবং তরলরূপে জলেরও ধর্ম অক্ষুণ্ণ আছে। এই দ্রবণটিকে বাষ্পীভবন করিলে, জল এবং চিনি পুনরায় অবিকৃত রূপে পাওয়া যায় অর্থাৎ, কোনোটিরই অণু পরিবর্তিত হয় না। দ্রাব্য পদার্থের দ্রবীভবন, একটি ভৌত পরিবর্তন।

● পদার্থকে পরিবর্তিত রূপ হইতে সহজে অবিকৃতরূপে বা আদিক্রমে পরিণত করা যায়।

যেমন, পূর্বের উদাহরণে চিনির জলীয় দ্রবণে, চিনির বাহ্যিক পরিবর্তন ঘটে কিন্তু উৎপন্ন দ্রবণ হইতে চিনি ও জল উভয়কেই অবিকৃতরূপে সহজেই পূর্বাবস্থায় পরিণত করা যায়।

আবার, একখণ্ড লোহাকে চূষক বা তড়িৎযোগে চূষকে পরিণত করা যায়; কিন্তু উত্তপ্ত করিলে চূষক হারাইয়া, লোহা পূর্বাবস্থায় ফিরিয়া আসে। লোহার চূষকে পরিণত হওয়ার ঘটনাটি ভৌত পরিবর্তন।

● কোন কোন ক্ষেত্রে তাপের পরিবর্তন ঘটে।

যেমন, জল তরল পদার্থ, উহাকে যথেষ্ট শীতল করিলে উহা কঠিন বরফে পরিণত হয়। আবার, বরফকে উষ্ণ করিলে উহা তরল জলে পরিণত হয়। তরল জলকে 100 C. উষ্ণতায় উত্তপ্ত করিলে উহা স্টিমে পরিণত হয়। সাধারণ উষ্ণতায়ও জল ধীরে ধীরে উড়িয়া যায় বা জলীয় বাষ্পে পরিণত হয়। এইসব পরিবর্তনগুলিই, উষ্ণতা বা তাপক্ষেত্রে—ভৌত পরিবর্তন, কারণ সবক্ষেত্রেই—বরফ, জল, স্টিম ও জলীয় বাষ্পের সংযুতি একই বা অন্য কথায় ভৌত পরিবর্তনে উহাদের মূল অণু অপরিবর্তিতই থাকে।

বৈজ্ঞানিক বাল্‌বের মতো যে ধাতুর তাঁর থাকে উহা তড়িৎচালনাকালে তীব্র উত্তপ্ত হইয়া খেততপ্ত হয় ও আলোক বিকীরণ করিতে থাকে, কিন্তু তড়িৎ-প্রবাহ বন্ধ করিলেই উহা পূর্বাবস্থায় ফিরিয়া যায়। এক্ষেত্রেও দেখা যায়, তাপ বিকীরণের পূর্বে ও পরে তাপের মধ্যস্থ ধাতু পরমাণুগুলি অপরিবর্তিতই থাকে। তড়িৎ বা তাঁর উত্থাপে যে কোন ধাতুর আলোক ও তাপ বিকীরণের ঘটনা একটি ভৌত পরিবর্তন।

যে পরিবর্তনে পদার্থের রাসায়নিক ধর্ম ও সংযুতির পরিবর্তন ঘটিয়া, নূতন রাসায়নিক ধর্ম ও নূতন সংযুতিসম্পন্ন এক বা একাধিক পদার্থ উৎপন্ন হয়, ঐ পরিবর্তনকে রাসায়নিক পরিবর্তন বলা হয়। রাসায়নিক পরিবর্তনে, পদার্থের অণু ও পরিবর্তিত পদার্থের অণু দু'দফাই ভিন্ন হওয়া থাকে।

রাসায়নিক পরিবর্তনে—

● পদার্থের পরিবর্তন—পদার্থের বা পদার্থসমূহের নির্দিষ্ট পরিমাণের উপর নির্ভরশীল।

হাইড্রোজেন ও অক্সিজেন গ্যাস মিশ্রের মধ্যে তড়িৎচালনা চালনা করিলে জল উৎপন্ন হয়। হাইড্রোজেন ও অক্সিজেনের ধর্ম, সংযুতি ও অণুর সংখ্যিক—উৎপন্ন জলের ধর্ম, সংযুতি ও অণুর সংখ্যিক নান্দ। এই পরিবর্তন, রাসায়নিক পরিবর্তন বলে। উৎপাদন, হাইড্রোজেন ও অক্সিজেনের নির্দিষ্ট পরিমাণের উপর নির্ভরশীল; আদ্যতন অনুপাতে (একই উষ্ণতা ও চাপে) এই নির্দিষ্ট পরিমাণ 2 : 1 এবং ওজন অনুপাতে এই নির্দিষ্ট পরিমাণ 1 : 8।

● রাসায়নিক পরিবর্তনের পর উৎপাদন পদার্থ বা পদার্থসমূহকে সহজে, অবিকৃত-ভাবে পৃথক করা যায় না।

হাইড্রোজেন ও অক্সিজেনের রাসায়নিক পরিবর্তনে উৎপন্ন জলকে কোন সহজ প্রক্রিয়ায় (পাতন, পরিষ্কার, ব্যাপন প্রভৃতি) পৃথক করিয়া পুনরায় হাইড্রোজেন ও অক্সিজেনে পরিণত করা যায় না।

পটাশিয়াম ক্লোরেট উত্তপ্ত করিলে, উৎপন্ন রাসায়নিক পরিবর্তন ঘটিয়া, পটাশিয়াম ক্লোরাইড ও অক্সিজেন উৎপন্ন হয়। কিন্তু পটাশিয়াম ক্লোরাইড ও অক্সিজেনকে সহজ কোন প্রক্রিয়ায় সম্মিলিত করিয়া পুনরায় পটাশিয়াম ক্লোরেটে পরিণত করা যায় না।

● রাসায়নিক পরিবর্তনে অবশ্যই তাপের উদ্ভব বা শোষণ ঘটে।

হাইড্রোজেন ও অক্সিজেন—রাসায়নিক পরিবর্তনে যখন জলে পরিণত হয়, তখন প্রচুর তাপের উদ্ভব ঘটে। কাবনের বায়ুতে দহনে, উহা রাসায়নিক পরিবর্তনে যখন কাবন মনোকসাইডে বা কাবন ডায়ক্সাইডে পরিণত হয়, তখন প্রচুর তাপের উদ্ভব ঘটে। নাইট্রোজেন ও অক্সিজেনের মিশ্র হঠাৎ উচ্চতাপে যখন নাইট্রিক অক্সাইড উৎপন্ন হয়, তখন ঐ রাসায়নিক পরিবর্তনে প্রচুর তাপ শোষিত হয়। কাবন ও সালফারের সংযোগে যখন কাবন ডাইসালফাইড উৎপন্ন হয়, তখন ঐ রাসায়নিক পরিবর্তনে, প্রচুর তাপ শোষিত হয়।

বিভিন্ন দ্রব্য বস্তু দহন, তড়িৎ চালনা করিয়া বিভিন্ন রাসায়নিক বস্তুর বিযোজন, বিভিন্ন মৌল হঠাৎ যৌগের উদ্ভব, যৌগ হঠাৎ নতুন যৌগের উদ্ভব ইত্যাদি রাসায়নিক পরিবর্তনের উদাহরণ।

রাসায়নিক বিক্রিয়া (Chemical reactions) :

যে প্রক্রিয়ার মধ্য দিয়া এক বা একাধিক রাসায়নিক পদার্থের পরিবর্তন ঘটে, উহাকে রাসায়নিক বিক্রিয়া (Chemical reaction) বলা হয়।*

রাসায়নিক সংযোগ সূত্রাবলী

[Laws of Chemical Combination

পদার্থের বহুবিধি ও সংখ্যাভীত যে পরিবর্তন ঘটে বা রাসায়নাগারে ঘটানো যায়, তাহার মূল বস্তু কি? এ প্রশ্ন দীর্ঘকাল হঠাৎ বিজ্ঞানীদের কৌতুহলী করিয়াছে। এই বস্তুগের মূলে আছে পদার্থের স্বরূপ। পদার্থের স্বরূপ উদ্ঘাটনে বিজ্ঞানীরা লক্ষ্য করেন যে—পদার্থের সকল পরিবর্তনের মধ্যস্থ কতকগুলি অনাব্যাহা নিয়ম ক্রিয়া করে। বিশেষ করিয়া রাসায়নিক পরিবর্তনগুলির ক্ষেত্রে এমন কতকগুলি গাণিতিক নিয়ম অত্যন্ত হয়, যাহা পদার্থের স্বরূপ এবং পদার্থের গঠনতত্ত্ব প্রত্যাবলয় বিশেষ সহায়ক। এই নিয়মগুলিকে একত্রে "রাসায়নিক সংযোগ সূত্রাবলী" (Laws of Chemical Combination) বলা হয়। বস্তুগের সকল চাহিদা কাচেন্ট এই সূত্রগুলি বিশেষ মূল্যবান।

* বিস্তৃত বিবরণ সপ্তম অধ্যায় হইবে।

“রাসায়নিক সংযোগ সূত্রাবলী” মূলতঃ পাঁচটি—

- (1) পদার্থের অবিনাশিতা সূত্র (Law of Conservation of Mass)
 - (2) পদার্থের উপাদানের নিত্যতা সূত্র বা স্থিরানুপাত সূত্র (Law of Definite Proportions)
 - (3) গুণানুপাত সূত্র (Law of Multiple Proportions)
 - (4) মিথোনুপাত সূত্র (Law of Reciprocal Proportions)
 - (5) গ্যাসের আয়তন-অনুপাত সূত্র (Law of Gaseous Volumes)
- এই সূত্রগুলির মধ্যে প্রথম চারটি ওজন সম্পর্কিত সূত্র ও শেষ সূত্রটি কেবলমাত্র গ্যাসের আয়তন সম্পর্কিত সূত্র।

পদার্থের অবিনাশিতা সূত্র

রাসায়নিক বা অণু কোন পরিবর্তনের ফলে, পদার্থের সৃষ্টি বা বিনাশ ঘটে না, কেবলমাত্র রূপান্তর ঘটে। অর্থাৎ রাসায়নিক বিক্রিয়ার ফলে এক বা একাধিক পদার্থ অণু এক বা একাধিক পদার্থে যখন রূপান্তরিত হয়, তখন উৎপাদক পদার্থ বা পদার্থগুলির মোট ওজন, উৎপন্ন পদার্থ বা পদার্থগুলির মোট ওজনের সর্বদাই সমান হয়।*

সাধারণ অভিজ্ঞতার আমাদের কখনো কখনো মনে হয় যে এই নিয়মটি হয়তো সত্য নয়। যেমন, কয়লা পুড়িলে অবশিষ্ট ছাই-এর ওজন, মূল কয়লার ওজনের অনেক কম হয়। একটুকরা লোহা আর্দ্র বাতাসে কয়েকদিন রাখিয়া দিলে মরিচা পড়িয়া উহার ওজন বাড়িয়া যায়। একখণ্ড ম্যাগনেসিয়াম দহন করিলে উহা স্বেত ম্যাগনেসিয়াম অক্সাইড চূর্ণে পরিণত হয় ও ওজন বাড়ে। কিন্তু সব উদাহরণগুলির ক্ষেত্রেই, পরিবর্তনগুলি বন্ধ পাত্রের মধ্যে ঘটাইলে দেখা যায়—পরিবর্তনের পূর্বে ও পরে ওজন একই থাকে।

পদার্থের অবিনাশিতা সূত্রকে সর্বপ্রথম পরীক্ষার দ্বারা সুপ্রমাণিত করেন আধুনিক রসায়নের জনক, ফরাসী বিজ্ঞানী ল্যাভোয়্যাসিয়ে (1774)।

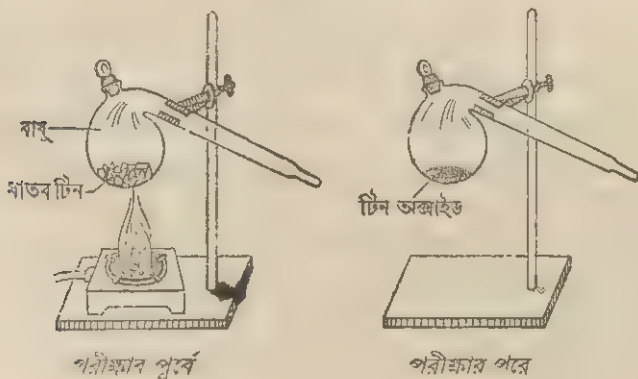
(1) ল্যাভোয়্যাসিয়ের পরীক্ষা : একটি কাচের রিটর্ট (retort) বা বকযন্ত্রের মধ্যে কিছু ধাতব টিন রাখিয়া, পাত্রটির নির্গম নলের মুখটি উত্তাপে গলাইয়া

* আইনষ্টাইন সূত্র যোগে (পাদটীকা : পৃঃ 7) প্রমাণ করেন, পদার্থের ভর শক্তিতে রূপান্তরিত হইতে পারে। ‘পরমাণু বোমা’ ও ‘পরমাণু শক্তি’ বিক্রিয়কগুলিতে পদার্থের কিছু পরিমাণ ভর এইভাবে সম্পূর্ণ শক্তিতে রূপান্তরিত হইলে, বিপুল শক্তি (মূলতঃ, তাপশক্তি) উৎপাদন করে।

রাসায়নিক বিক্রিয়াকালেও, অনেক বিক্রিয়ায় তাপ উৎপন্ন হয়। যদিও পুথের তুলনায় এই উৎপন্ন তাপ সামান্য, তথাপি এই তাপ ভর হইতে উৎপন্ন হইয়াছে এই মূলতঃ অল্পদূরত্বে বিক্রিয়ক পদার্থের ভর অতি নগণ্য পরিমাণেও হ্রাস পাওয়া উচিত এবং বিক্রিয়ক পদার্থ বা পদার্থগুলির ভর বিক্রিয়ালব্ধ পদার্থগুলির মোট ভরের সমান হওয়া সম্ভব নয়।

সুতরাং পদার্থের অবিনাশিতা সূত্রের যথার্থ সূত্র : রাসায়নিক বিক্রিয়ার পূর্বে ও পরে, ভর ও শক্তির মোট পরিমাণ অপরিবর্তিত থাকে।

বন্ধ করিয়া দেওয়া হইল। রিটর্টের মধ্যে রহিল ধাতব টিন ও বায়ু। এখন রিটর্টের মোট ওজন লওয়া হইল। ইহার পর রিটর্টটিকে তীব্র উত্তপ্ত করিলে টিন আবদ্ধ

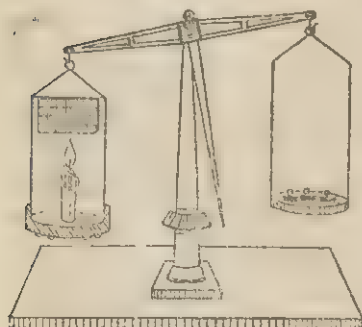


চিত্র নং 2.1

বায়ুর অক্সিজেনের সহিত রাসায়নিক বিক্রিয়ায় শ্বেতবর্ণের চূর্ণ টিন অক্সাইডে পরিণত হয়। ইহার পর রিটর্টটিকে শীতল করিয়া ওজন করিলে দেখা যায়—ওজনের কোন হ্রাসবৃদ্ধি ঘটে নাই। অর্থাৎ একটি রাসায়নিক বিক্রিয়া ঘটিয়া গেলেও উৎপাদক ও উৎপন্ন পদার্থের মোট ওজন একই রহিয়াছে। (চিত্র নং 2.1)

(2) মোমবাতি পরীক্ষা : একটি মোমবাতি সাধারণভাবে প্রজ্জ্বলিত করিলে প্রজ্জ্বলনের পরে বাতির ওজন কমিয়া যায় ; আপাতদৃষ্টিতে মনে হইতে পারে বস্তুর বিনাশ ঘটায় ওজন কমিয়াছে। ইহা সত্য নয়। একটি পরীক্ষা দ্বারা ইহা প্রমাণ করা যায়।

একটি টিনের কোটার নিম্নাংশ অপসারণ করিয়া উহা একটি সচ্ছিদ্র কৰ্ক দ্বারা



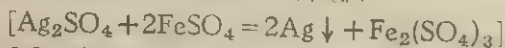
চিত্র নং 2.2

প্রতিস্থাপিত করা হইল এবং একটি তার-জালিতে কিছু সোডালাইম রাখিয়া উহাই উপরাংশের ছিপি রূপে লাগান হইল। এখন একটি মোমবাতিকে নিম্নাংশের ছিপির উপর রাখিয়া সমস্ত কোটাটির ওজন লওয়া হইল। ইহার পর মোমবাতিটিকে প্রজ্জ্বলিত করিয়া খুব দ্রুত নিম্নাংশের ছিপিটি লাগাইয়া দেওয়া হইল ও মোমবাতির প্রজ্জ্বলনটি সম্পূর্ণ করা হইল। পরীক্ষা শেষে সমগ্র কোটাটির ওজন লইলে দেখা

যায় ওজন বাড়িয়া গিয়াছে (চিত্র নং 2.2)।

এক্ষেত্রে, মোমবাতি নিম্নের সচ্ছিদ্র কর্কের মাধ্যমে বায়ুর অক্সিজেন গ্রহণ করিয়া প্রজ্বলনে কার্বন ডায়ক্সাইড ও জল উৎপন্ন করিয়াছে এবং এইগুলি সোডা লাইমে শোষিত হইয়াছে। ফলে দহনে উৎপন্ন পদার্থগুলি বাহিরে যায় নাই বরং কিছু অক্সিজেন দহনের জন্য গৃহীত হইয়াছে, ফলে ঘোট ওজন বাড়িয়াছে। পরীক্ষাটি প্রমাণ করে, মোমবাতির প্রজ্বলনে ওজন কমে না।

(3) ল্যান্ডোল্টের পরীক্ষা: পদার্থের অবিনাশিতা সূত্রের একটি তর্কাতীত প্রমাণ পরীক্ষার দ্বারা উপস্থাপন করেন ল্যান্ডোল্ট (Landolt)। এই পরীক্ষায় একটি H-আকৃতির নল একবাহুতে কিছু সিলভার সালফেট দ্রবণ ও অপর বাহুতে কিছু ফেরাস সালফেট দ্রবণ লওয়া হয় এবং এই অবস্থায় H-নলের মুখগুলি গলাইয়া বন্ধ করিয়া দেওয়া হয় ও সমগ্র H-নলটির ওজন লওয়া হয়। ইহার পর H-নলটি ঝাঁকাইলে উভয় দ্রবণ মিশ্রিত হইয়া যায় ও একটি রাসায়নিক বিক্রিয়া ঘটয়া ধাতব সিলভার উৎপন্ন হয়।

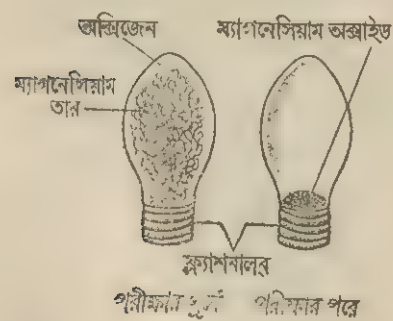


বিক্রিয়াটি ঘটবার পর H-নলটি পুনরায় ওজন করিলে দেখা যায় যদিও একটি রাসায়নিক বিক্রিয়া ঘটিয়াছে, H-নলটির ওজন অপরিবর্তিতই আছে। ফলে প্রমাণিত হয়, রাসায়নিক বিক্রিয়ায় পদার্থের বিনাশ বা উৎপত্তি কোনটাই ঘটে না (চিত্র নং 2.3)।



চিত্র নং 2.3

(4) পদার্থের অবিনাশিতা সূত্রের একটি সহজ ও আধুনিক পরীক্ষা অনায়াসেই করা যায়। ক্যামেরায় ফটো তুলিবার সময়, ফ্যাশ বাল্ব (flash-bulb) অনেকেই ব্যবহৃত হইতে দেখিয়াছি। ফ্যাশ-বাল্ব ইলেকট্রিক বাল্বেরই একটি ক্ষুদ্র রূপ।



চিত্র নং 2.4

ইহার মধ্যে একটি ক্ষুদ্র কাচের বদ্ধ বাল্বে ম্যাগনেসিয়াম তার ও অক্সিজেন গ্যাস থাকে। ফটো তুলিবার সময় ব্যাটারী যোগে তড়িৎ চালনা করিলে, ফ্যাশ বাল্বটি তীব্র আলো উৎপাদন করিয়া পরে নিভিয়া যায়। বাল্বটির মধ্যে তখন ম্যাগনেসিয়াম বা অক্সিজেন থাকে না, পড়িয়া থাকে শ্বেত ম্যাগনেসিয়াম অক্সাইড। পরীক্ষার পূর্বে ও পরে ফ্যাশ বাল্বের ওজন লইলে দেখা যায়, ওজন অপরিবর্তিতই আছে।

সুতরাং ম্যাগনেসিয়াম ও অক্সিজেনের রাসায়নিক ক্রিয়ায় উৎপাদক পদার্থগুলির ও উৎপন্ন পদার্থগুলির মোট ওজন সমানই থাকিয়া যায়। (চিত্র নং 2.4)

পদার্থের অবিনাশিতা স্ত্র সত্য বলিয়াই পৃথিবী ও বিশ্ব-জগতে মোট পদার্থের পরিমাণ নিত্য আছে।

স্থিরানুপাত স্ত্র

নির্দিষ্ট রাসায়নিক গুণসম্পন্ন একটি যোগে উপাদান মৌলগুলি সর্বদাই এক থাকে এবং ঐ মৌলগুলির পারস্পরিক ওজনের পরিমাণও সর্বদাই নির্দিষ্ট থাকে।

সোডিয়াম ক্লোরাইড বা সাধারণ লবণের কতকগুলি নির্দিষ্ট রাসায়নিক ধর্ম আছে। এই ধর্মসম্পন্ন সোডিয়াম ক্লোরাইড, সর্বদাই দুইটি এবং দুইটি মাত্র মোলের সংযোগেই উৎপন্ন হওয়া সম্ভব এবং এই মৌল দুইটি সোডিয়াম ও ক্লোরিন। আবার সোডিয়াম ও ক্লোরিনের ওজনের একটি নির্দিষ্ট মাত্রানুপাতেই (1 গ্রাম সোডিয়াম + 1.54 গ্রাম ক্লোরিন) সোডিয়াম ক্লোরাইড উৎপন্ন হয়। যদি 1 গ্রাম সোডিয়ামের সহিত 10 গ্রাম ক্লোরিনের বিক্রিয়া করানো যায়, তাহা হইলে দেখা যায় যে 1 গ্রাম সোডিয়াম 1.54 গ্রামই মাত্র ক্লোরিনের সহিত যুক্ত হইয়া সোডিয়াম ক্লোরাইড উৎপন্ন করে, বাকী 8.46 গ্রাম ক্লোরিন অব্যবহৃত থাকে।

জল একটি অতি পরিচিত যোগ। নানা উৎস হইতে ইহা পাওয়া যায়। নানা রাসায়নিক বিক্রিয়ার ফলেও ইহার উৎপত্তি ঘটে। যে ভাবেই জল পাওয়া যাক না কেন, উহা বিশ্লেষণে দেখা যায় যে, জল সর্বদাই হাইড্রোজেন ও অক্সিজেন দুইটি মোলের 1 : 8 ওজনের অনুপাতে বিস্ত্রিত হয়। অর্থাৎ, যে-কোন ওজনের অনুপাতে হাইড্রোজেন ও অক্সিজেন জল উৎপন্ন করে না, একটি নির্দিষ্ট ওজনের অনুপাতেই মাত্র করে।

ক্যালসিয়াম কার্বনেট, সাধারণভাবে বাহা মার্বেল পাথর ও চকখড়ির উপাদানরূপে পরিচিত, উহা তিনটি মোলের স্থনির্দিষ্ট মাত্রা যোগে উৎপন্ন হয়। এই উপাদান মৌলগুলি ক্যালসিয়াম, কার্বন ও অক্সিজেন এবং উহাদের পারস্পরিক ওজনের অনুপাত সর্বদাই ক্যালসিয়াম 40 %, কার্বন 12% এবং অক্সিজেন 46%।

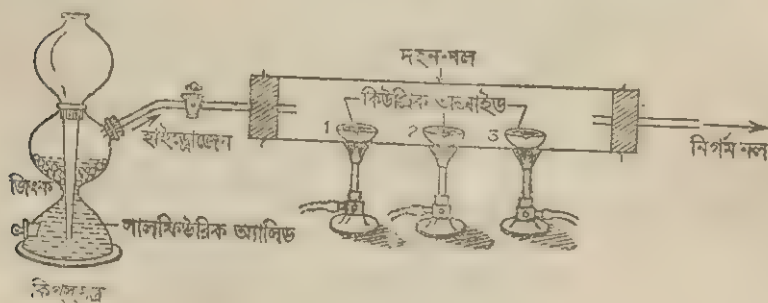
যোগে উপাদান মৌলগুলির স্থিরতা ও উহাদের অনুপাতের নিত্যতা হইতে সহজে অনুমিত করা যায় যে, যোগের সংগঠন সর্বদাই স্থনির্দিষ্ট হইবে এবং বিপরীতক্রমে একই স্থনির্দিষ্ট সংযুতিতে একটিই যোগ প্রত্যাশিত।*

* আইসোটোপ আবিষ্কারের পর, দেখা যায় স্থিরানুপাত স্ত্র মোটামুটি সত্য হইলেও, কোন কোন ক্ষেত্রে ব্যতিক্রম হইতে পারে। যেমন, একই রাসায়নিক ধর্ম সম্পন্ন মৌল হাইড্রোজেনের তিনটি পারমাণবিক ওজনযুক্ত আইসোটোপ আছে (H, D, T) : হাইড্রোজেনের এই তিনটি আইসোটোপই অক্সিজেনের সহিত একই রাসায়নিক ধর্মসম্পন্ন জল উৎপন্ন করে। কিন্তু যথাক্রমিক বিশ্লেষণে, এই জলগুলিতে বিভিন্ন ওজনের হাইড্রোজেন (আইসোটোপ), একই ওজন অক্সিজেনে যুক্ত থাকে।

স্থিরানুপাত স্ত্রের বিপরীত স্ত্র : 'একই মৌল সর্বদা একই ওজনের অনুপাতে যুক্ত হইলে সর্বদা একই যোগ গঠন করিবে'—এই স্ত্রটি মোটামুটি সত্য হইলেও, আইসোমারের (isomer) ক্ষেত্রে প্রযোজ্য নয়। ডাইমিথাইল ইথার ও ইথাইল অ্যালকোহল উভয়েরই সংকেত C_2H_6O এবং উভয় যোগেই O, H এবং O-এর অনুপাত একই (24 : 6 : 16) : কিন্তু উহারা পৃথক ধর্মসম্পন্ন যোগ।

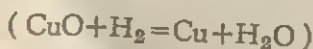
হিরাপাত স্বত্বের প্রথম প্রস্তাব করেন প্রাউস্ট (1797)। এই স্বত্বটির সত্যতা নানাভাবে পরীক্ষা করা যায়।

পরীক্ষা : কিউপ্রিক অক্সাইড একটি কৃষ্ণবর্ণের রাসায়নিক যৌগ। এই যৌগটিকে নানাভাবে প্রস্তুত করা যায়। প্রথমত, কপারকে নাইট্রিক অ্যাসিডে দ্রবীভূত করিয়া, দ্রবণটি উত্তাপে শুষ্ক ও পরে আরও তীব্র উত্তপ্ত করিলে, কিউপ্রিক অক্সাইড উৎপন্ন হয়। দ্বিতীয়ত, কিউপ্রিক কার্বনেটকে তীব্র উত্তপ্ত করিলে, কিউপ্রিক অক্সাইড উৎপন্ন হয়। তৃতীয়ত, কিউপ্রিক সালফেটের দ্রবণে, কপ্তিক সোডা দ্রবণ যোগ করিলে একটি অদ্রব্য অধঃক্ষেপ (precipitate) পড়ে। এই অধঃক্ষেপটিকে হাঁকিয়া লইয়া তীব্র উত্তপ্ত করিলে উহা কিউপ্রিক অক্সাইডে পরিণত হয়। এই তিনটি প্রণালীতে উৎপন্ন কিউপ্রিক অক্সাইড প্রস্তুত করিয়া উহাদের পৃথক পৃথক ভাবে, পূর্বে ওজন করা আছে এমন তিনটি পোসিলেন বাটিতে কিছু পরিমাণে রাখিয়া আবার ওজন করা হইল। প্রতিটি ক্ষেত্রে বাটিসহ কিউপ্রিক অক্সাইডের ওজন হইতে পূর্বের শূন্য বাটির ওজন বাদ দিলে,—গৃহীত কিউপ্রিক অক্সাইডের ওজন জানা যায়।



চিত্র নং 2.5

এখন একটি দুই মুখ খোলা দহন নলের (combustion tube) মধ্যে বাটি তিনটিকে পর্যায়ক্রমে সাজাইয়া দহন নলের এক মুখ একটি নলযুক্ত কর্কের সাহায্যে একটি হাইড্রোজেন উৎপাদক কিপ্প্‌স যন্ত্রের (Kipp's apparatus) সহিত যুক্ত করা হয়; দহন নলের অপর মুখটিকেও নির্গম নলযুক্ত একটি কর্কের সাহায্যে বন্ধ করা হয়। ইহার পর দহন নলটির নীচে কয়েকটি বুনসেন বার্নার (Bunsen burner) যোগে তীব্র উত্তপ্ত করার সঙ্গে সঙ্গে হাইড্রোজেন গ্যাস চালনা শুরু করা হয়। ইহার ফলে বাটিগুলির কিউপ্রিক অক্সাইড কপার ধাতুতে পরিণত হইয়া যায়। (চিত্র নং 2.5)



বিক্রিয়াটি সম্পূর্ণ হইবার পর, বাটিগুলিকে বাহির করিয়া শোষকাধারে (desiccator) শীতল করা হয় ও পরে আবার ওজন লওয়া হয়। এই ওজনগুলি হইতে

যথাক্রমে শূন্য বাটিগুলির ওজন বাদ দিলে উৎপন্ন কপারের ওজন পাওয়া যায়।
দহন নলে উদ্ভাপের আগে প্রতিটি বাটির কপার অক্সাইডের ওজন জানা ছিল ;
দহনের পরে প্রতিটি বাটির কপারের ওজন জানা গেল ; অতএব, এই দুইটি ওজনের
পার্থক্য হইতে প্রতিটি বাটির কিউপ্রিক অক্সাইডে সংযুক্ত অক্সিজেনের পরিমাণও নির্ণয়
করা যায়।

ধরা যাক, একটি শূন্য পোর্সিলেন বাটির ওজন = a গ্রাম।

পোর্সিলেন বাটি + গৃহীত কিউপ্রিক অক্সাইডের ওজন = b গ্রাম।

পোর্সিলেন বাটি + উৎপন্ন কপারের ওজন = c গ্রাম।

∴ গৃহীত কিউপ্রিক অক্সাইডের ওজন = $b - a$ গ্রাম।

এবং উৎপন্ন কপারের ওজন = $c - a$ গ্রাম।

কপারের সহিত সংযুক্ত অক্সিজেনের ওজন = $(b - a) - (c - a) = b - c$ গ্রাম।

সুতরাং কিউপ্রিক অক্সাইডে কপারের শতকরা ওজন = $100 \times \frac{c - a}{b - a}$

এবং কিউপ্রিক অক্সাইডে অক্সিজেনের শতকরা ওজন = $100 \times \frac{b - c}{b - a}$

প্রকৃত পরীক্ষায় দেখা যায় যে, যে-কোন প্রণালীতে প্রস্তুত কিউপ্রিক অক্সাইডই
ব্যবহৃত হোক না কেন, (অর্থাৎ প্রতি বাটি হইতে উৎপন্ন কপারে) দেখা যায় যে
উহাতে সর্বদাই $\text{Cu} = 79.79\%$ এবং $\text{O} = 20.11\%$ । অর্থাৎ $\text{Cu} : \text{O} :: 63.57 : 16$ ।
ইহা একটি নিত্য অমুপাত।

গুণানুপাত সূত্র

যদি দুইটি মৌল বিভিন্ন অনুপাতে যুক্ত হইয়া একাধিক যৌগ গঠন
করে তাহা হইলে একটি উপাদান মৌলের কোন নির্দিষ্ট ওজনের সহিত
অপর মৌলটি যে যে ওজনের অনুপাতে যুক্ত হয়, সেই সেই ওজনগুলি
পরস্পরের সহিত অবশ্যই একটি সরল অনুপাত রক্ষা করে।

এই সূত্রটি পরীক্ষাযোগে প্রথম প্রস্তাব করেন ডাল্টন (1803)।

উদাহরণ স্বরূপ কার্বন মৌলটির কথা ধরা যাক। কার্বন, অক্সিজেন মৌলের সহিত
দুইটি যৌগ গঠন করে—কার্বন মনোক্সাইড ও কার্বন ডায়ক্সাইড। পরীক্ষায়
দেখা যায়, কার্বন ডায়ক্সাইডে প্রতি 12 গ্রাম কার্বন, 16 গ্রাম অক্সিজেনের সহিত
যুক্ত থাকে ; কার্বন ডায়ক্সাইডে প্রতি 12 গ্রাম কার্বন, 32 গ্রাম অক্সিজেনের সহিত
যুক্ত থাকে। অতএব, অক্সাইড দুইটিতে একটি উপাদান মৌল কার্বনের একটি নির্দিষ্ট
ওজনের (12 গ্রাম) সহিত যুক্ত, অপর মৌলটির অর্থাৎ অক্সিজেনের ওজনের
পরিমাণগুলি যথাক্রমে 16 গ্রাম এবং 32 গ্রাম ; এই ওজন দুইটির পারস্পরিক
অনুপাত, একটি সরল অনুপাত 16 : 32 বা 1 : 2।

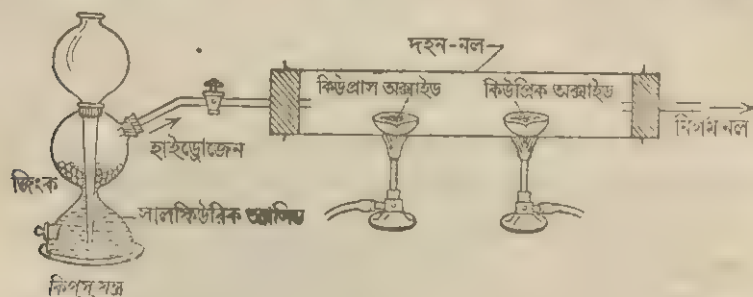
অম্লরূপভাবে, নাইট্রোজেন অক্সিজেনের সহিত পাঁচটি যৌগ অক্সাইড গঠন করে। ইহাদের নাম ও প্রতিটিতে 1 গ্রাম নাইট্রোজেনের সহিত যুক্ত অক্সিজেনের পরিমাণ নিম্নরূপ :

যৌগ	সংকেত	1 গ্রাম নাইট্রোজেনের সহিত অক্সিজেনের গ্রাম-ওজন
ডাইনাইট্রোজেন মনোক্সাইড	N_2O	0.571
নাইট্রোজেন অক্সাইড	NO	1.142
ডাইনাইট্রোজেন ট্রাইক্সাইড	N_2O_3	1.713
নাইট্রোজেন ডাইক্সাইড	NO_2	2.284
ডাইনাইট্রোজেন পেন্টক্সাইড	N_2O_5	2.855

অতএব, একই ওজনের নাইট্রোজেনের সহিত যুক্ত অক্সিজেনের বিভিন্ন ওজনগুলির অনুপাত 0.571 : 1.142 : 1.713 : 2.284 : 2.855 বা সরল অনুপাতে 1 : 2 : 3 : 4 : 5।

অত্যাৱশ্যক্যের গ্রাফ এই সূত্রটিও পরীক্ষার সাহায্যে প্রমাণ করা যায়।

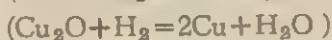
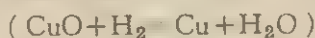
পরীক্ষা : কপার অক্সিজেনের সহিত যুক্ত হইয়া দুইটি অক্সাইড গঠন করে ; একটি কিউপ্রাস অক্সাইড ও অপরটি কিউপ্রিক অক্সাইড। দুইটি শূন্য পোসিলেন



চিত্র নং ২.৬

বাটি আলাদা আলাদা ওজন করিয়া উহাদের একটিতে কিছু কিউপ্রাস অক্সাইড ও অপরটিতে কিছু কিউপ্রিক অক্সাইড লওয়া হয় ও পুনর্বার ওজন করা হয়। এই দুইটি ওজনের পার্থক্য হইতে, গৃহীত কিউপ্রাস অক্সাইড ও কিউপ্রিক অক্সাইডের ওজন জানা যায়। এখন বাটি দুইটি, একটি দুই মুখ থোলা দহন নলের মধ্যে সাজাইয়া, দহন নলের এক মুখ কর্কের দ্বারা বদ্ধ করা হয় ; ঐ কর্কের মধ্য দিয়া একটি নল থাকে এবং নলটি হাইড্রোজেন উৎপাদক কিপ্‌স্‌ যন্ত্রের সহিত যুক্ত করা হয়। দহন নলের অপর মুখটিও নির্গম নলযুক্ত একটি কর্কের সাহায্যে বদ্ধ করা হয়। এখন দহন

নলটিকে কয়েকটি বুনসেন বার্নার যোগে তীব্র উত্তপ্ত করার সঙ্গে সঙ্গে হাইড্রোজেন গ্যাস চালনা শুরু করা হয়। ইহার ফলে বাটিগুলির অক্সাইডগুলি বিজারিত হইয়া কপার ধাতুতে পরিণত হয় (চিত্র নং 2.6)।



বিক্রিয়াটি সম্পূর্ণ হইবার পর বাটিগুলিকে বাহির করিয়া শোষণকাধারে শীতল করা হয় ও পরে আবার ওজন লওয়া হয়। এই ওজনগুলি হইতে যথাক্রমে শূন্য বাটিগুলির ওজন বাদ দিলে, প্রতিটি বাটিতে উৎপন্ন কপারের ওজন পাওয়া যায়। কিউপ্রাস অক্সাইডযুক্ত বাটির ওজন হইতে কপারযুক্ত বাটির ওজন বাদ দিলে যুক্ত অক্সিজেনের ওজন জানা যায়। অনুরূপভাবে, কিউপ্রিক অক্সাইডযুক্ত বাটির ওজন হইতে উৎপন্ন কপারযুক্ত বাটির ওজন বাদ দিলে, যুক্ত অক্সিজেনের ওজন জানা যায়। ধরা যাক—

1নং পোসিলেন বাটির ওজন = a গ্রাম।

1 নং পোসিলেন বাটি + কিউপ্রাস অক্সাইডের ওজন = b গ্রাম।

1নং পোসিলেন বাটি + উৎপন্ন কপারের ওজন = c গ্রাম।

অতএব, গৃহীত কিউপ্রাস অক্সাইডের ওজন = $b - a$ গ্রাম।

কিউপ্রাস অক্সাইডে যুক্ত কপারের ওজন = $c - a$ গ্রাম।

কিউপ্রাস অক্সাইডে যুক্ত অক্সিজেনের ওজন = $b - c$ গ্রাম।

অতএব, কিউপ্রাস অক্সাইডে, প্রতি 1 গ্রাম কপারের সহিত যে অক্সিজেন যুক্ত হয়

তাহার ওজন, $\frac{b-c}{c-a}$ গ্রাম।

2নং পোসিলেন বাটির ওজন = x গ্রাম।

2নং পোসিলেন বাটি + কিউপ্রিক অক্সাইডের ওজন = y গ্রাম।

2নং পোসিলেন বাটি + উৎপন্ন কপারের ওজন = z গ্রাম।

অতএব গৃহীত কিউপ্রিক অক্সাইডের ওজন = $y - x$ গ্রাম।

কিউপ্রিক অক্সাইডে যুক্ত কপারের ওজন = $z - x$ গ্রাম।

কিউপ্রিক অক্সাইডে যুক্ত অক্সিজেনের ওজন = $y - z$ গ্রাম।

অতএব, কিউপ্রিক অক্সাইডে, প্রতি 1 গ্রাম কপারের সহিত যে অক্সিজেন যুক্ত

হয় তাহার ওজন, $\frac{y-z}{z-x}$ গ্রাম।

প্রকৃত পরীক্ষায় দেখা যায় $\frac{b-c}{c-a} : \frac{y-z}{z-x}$ সর্বদাই একটি সরল সংখ্যার অনুপাত।

মিথোনিপাত সূত্র

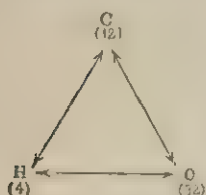
যদি দুইটি মৌল পৃথক পৃথক ভাবে একটি তৃতীয় মৌলের সহিত যুক্ত হইয়া নির্দিষ্ট যোগ উৎপন্ন করে, তাহা হইলে ঐ তৃতীয় মৌলটির

একটি নির্দিষ্ট ওজনের সহিত ঐ দুইটি মোল যে যে ওজনের অনুপাতে যুক্ত হয় সেই ওজনের অনুপাতে, বা ঐ অনুপাতের সরল গুণিতকের অনুপাতে ঐ দুইটি মোল পরস্পরের সহিত যুক্ত হইয়া যোগ উৎপন্ন করে।

এই সূত্রটি প্রথম প্রস্তাব করেন রিচার (1792)।

উদাহরণস্বরূপ ধরা যাক, হাইড্রোজেন, অক্সিজেন ও কার্বন তিনটি মোল। প্রথম দুইটি মোলই আলাদা আলাদাভাবে কার্বনের সহিত যুক্ত হইয়া যথাক্রমে মিথেন (CH_4) ও কার্বন ডায়ক্সাইড (CO_2) যোগ গঠন করে।

মিথেনে প্রতি 12 গ্রাম কার্বনে 4 গ্রাম হাইড্রোজেন যুক্ত থাকে; কার্বন ডায়ক্সাইডে প্রতি 12 গ্রাম কার্বনে 32 গ্রাম অক্সিজেন যুক্ত থাকে। অতএব, একই নির্দিষ্ট 12 গ্রাম কার্বনের সহিত যুক্ত হাইড্রোজেন ও অক্সিজেনের ওজনের অনুপাত 4 : 32 বা 1 : 8। এখন, সূত্রানুসারে হাইড্রোজেন ও অক্সিজেন পরস্পরের সহিত যুক্ত হইয়া যে বা যে-সকল যোগ গঠন করিবে উহাতে বা ঐগুলিতে হাইড্রোজেন ও অক্সিজেনের ওজনের অনুপাত 1 : 8 হইবে বা 1 : 8 এই অনুপাতের সরল গুণিতক হইবে।



বাস্তবে, হাইড্রোজেন ও অক্সিজেন যুক্ত হইয়া দুইটি যোগ গঠন করে; জল (H_2O) ও হাইড্রোজেন পারক্সাইড (H_2O_2)। জলে হাইড্রোজেন ও অক্সিজেনের যুক্ত ওজনের অনুপাত 2 : 16 বা 1 : 8। হাইড্রোজেন পারক্সাইডে যুক্ত হাইড্রোজেন ও অক্সিজেনের ওজনের অনুপাত 2 : 32 বা 1 : 16; অর্থাৎ, এই অনুপাত, প্রত্যাশিত 1 : 8 অনুপাতের সরল গুণিতক বা $1 \times 1 : 2 \times 8$ ।

মিথেনের পাত সূত্রে ‘তুল্যাংকভারের’ (equivalent weight) আলোকে (পঞ্চম অধ্যায় দ্রষ্টব্য) বিচার করিলে সহজেই একটি অন্তর্দৃষ্টি করা যায় যে :

“মোল পদার্থগুলি পরস্পরের সহিত সম্মিলনের কালে সর্বদাই উহাদের তুল্যাংকভারের অনুপাতে মিলিত হয়।”

কখনো কখনো এই সিদ্ধান্তটিকে পৃথক একটি সূত্রও বলা হয় এবং এই সূত্রটির নাম দেওয়া হয় ‘তুল্যাংক অনুপাত সূত্র’ (Law of Equivalent Proportions)।

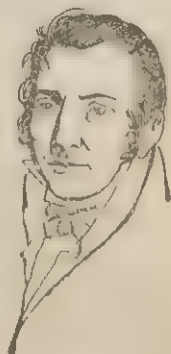
গ্যাসের আয়তন-অনুপাত সূত্র

রাসায়নিক পদার্থের পরস্পরের সহিত বিক্রিয়া সর্বদাই একটি নির্দিষ্ট ওজনের অনুপাতে হয়। গ্যাসগুলিও রাসায়নিক পদার্থ। অতএব উহাদেরও পারস্পরিক বিক্রিয়া, নির্দিষ্ট ওজনের অনুপাতেই ঘটে। উপরন্তু, গ্যাসগুলি নির্দিষ্ট উষ্ণতা ও চাপে একটি নির্দিষ্ট আয়তন অধিকার করে বলিয়া (পঞ্চম অধ্যায় দ্রষ্টব্য)—বিক্রিয়ার কালে উহাদের ওজনের অনুপাত ছাড়াও, উহাদের পারস্পরিক আয়তনগুলির মধ্যে একটি সরল অনুপাত থাকে।

গ্যাসীয় পদার্থের রাসায়নিক বিক্রিয়ার কালে বিক্রিয়ক গ্যাসীয় পদার্থগুলির আয়তন এবং উৎপন্ন গ্যাসীয় পদার্থগুলির আয়তন, একই উষ্ণতা ও চাপে পরিমাপ করিলে, আয়তনগুলির মধ্যে একটি সরল অনুপাত বর্তমান থাকিবে।

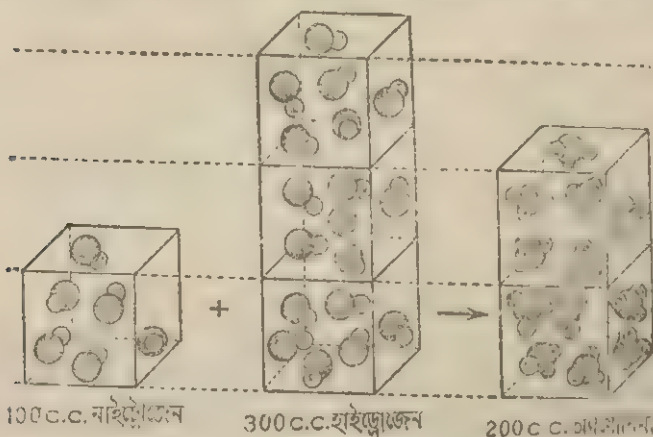
বহু পরীক্ষালব্ধ ফলের ভিত্তিতে, এই স্বত্বটিকে প্রথম প্রস্তাব করেন, গে ল্যুসাক (1808)।

উদাহরণ : ধরা যাক সাধারণ পরীক্ষাগারের উষ্ণতা ও চাপে (25°C উষ্ণতা ও 760 মি. মি. চাপ), 100 সি.সি. নাইট্রোজেন গ্যাস লওয়া হইল। ইহার সহিত পূর্ণ বিক্রিয়া করিতে যে পরিমাণ হাইড্রোজেন গ্যাস এই উষ্ণতা ও চাপে লাগে, উহার আয়তন দেখা গেল 300 সি.সি. এবং বিক্রিয়ার কালে যে অ্যামোনিয়া গ্যাস উৎপন্ন হইল, উহার আয়তন এই উষ্ণতা ও চাপে দেখা গেল 200 সি.সি. এই আয়তনগুলির মধ্যে একটি সরল অনুপাত বর্তমান ; অর্থাৎ 100 : 300 : 200 বা 1 : 3 : 2। (চিত্র নং 2'7)



গে ল্যুসাক

অনুরূপভাবে, 100 C উষ্ণতা ও 760 মি. মি. চাপে 20 সি.সি. হাইড্রোজেন লওয়া হইল। দেখা যায়, এই উষ্ণতা ও চাপে, উহার সহিত বিক্রিয়ার জন্য যে পরিমাণ



চিত্র নং 2'7

অক্সিজেন লাগে উহার আয়তন 10 সি.সি. এবং উৎপন্ন স্টীমের আয়তন এই উষ্ণতা ও চাপে, 20 সি.সি.। অর্থাৎ পারস্পরিক আয়তনগুলি 20 : 10 : 20 বা 2 : 1 : 2।

পূর্বের পরীক্ষাটিতে, উষ্ণতা 100 C-এর পরিবর্তে নিম্নতর উষ্ণতা (ধরা যাক 25°C) হইলে, স্টীমের পরিবর্তে—জল উৎপন্ন হইবে। সেক্ষেত্রে, জল যেহেতু

তরল পদার্থ, গ্যাসীয় আয়তনের তুলনায় জলের আয়তন নগণ্য হইবে এবং উহার ক্ষেত্রে পারস্পরিক অল্পপাতটি পুরাপুরি লক্ষ্য করা যাইবে না, যদিও বিক্রিয়ক গ্যাসীয় অংশগুলির মধ্যে (হাইড্রোজেন ও অক্সিজেন) সরল অল্পপাত 2 : 1 বজায় থাকিবে।

পরমাণুবাদ ও ডাল্টনের তত্ত্ব [Dalton's Atomic Theory]

নানারূপে যে নানা পদার্থ আমরা দেখিয়া থাকি, উহাদের প্রতিটিরই নিঃস্বর্ণ ধর্ম আছে। একটি পদার্থের যে ধর্ম, উহাকে দ্বিধা-বিভক্ত করিলে—বিভক্ত অংশগুলিতেও সেই ধর্ম বর্তমান থাকে। এক ঘাস জলেরও যে ধর্ম, এক কোঁটা জলেও সেই ধর্ম দেখা যায়। অতএব অবিভক্ত পদার্থের যে ধর্ম, উহার ক্ষুদ্রাংশগুলির ধর্ম হইতেই তাহা জাত হয়। একটি পদার্থকে কত পর্যন্ত ক্ষুদ্রাংশে ভাগ করা যায়? ক্ষুদ্রাংশ-গুলির শেষ সীমা কি, অর্থাৎ পদার্থের গঠনের মূলে কি?

যেহেতু পদার্থ মাত্রেরই সসীম, একটি পদার্থের শেষ মাত্রা কখনোই অসীম হইতে পারে না। অর্থাৎ, একটি পদার্থপিও অবশ্যই চূড়ান্ত বিভাজনে ক্ষুদ্রতম কণার সমষ্টিতে পরিণত হইবে। এই চূড়ান্ত বা পরম কণাগুলি, যাহার আর বিভাজন সম্ভব নয়, সেই কণাগুলিকে বিজ্ঞানে পরমাণু বা অ্যাটম (atom) বলা হয়। 'Atom' শব্দটির অর্থ 'অবিভাজ্য'!

কোনো বস্তুই নিরবচ্ছিন্ন নয় এবং সকল বস্তুই সদৃশ বা বিসদৃশ পরমাণু সমূহের সমষ্টি—এ উপলব্ধি প্রাচীন কাল হইতেই প্রচলিত। প্রাচীন গ্রীসে ও ভারতেও এই মতবাদের উল্লেখ পাওয়া যায়। কিন্তু এই মতবাদ পরমাণুর অস্তিত্বের কল্পনা ছাড়া আর অধিক অগ্রসর হয় নাই।



জন ডাল্টন

অষ্টাদশ শতাব্দীতে, পরীক্ষাভিত্তিক নানা রাসায়নিক সংযোগ সূত্র আবিষ্কৃত হইতে থাকে এবং উহার পরিপ্রেক্ষিতে পদার্থের মূল গঠনের স্বরূপ ও পরমাণুর স্বরূপ সম্বন্ধে প্রশ্নটি আবার দেখা দেয়। রাসায়নিক সংযোগসূত্রগুলির যুক্তিসহ ব্যাখ্যার উদ্দেশ্যেই, বিজ্ঞানী জন ডাল্টন দ্রবপ্রথম একটি সুবিগ্ৰস্ত পরমাণুতত্ত্ব প্রস্তাব করেন (1803)। ইহাই সুবিখ্যাত ডাল্টনের

পরমাণুবাদ (Dalton's Atomic Theory)।

ডাল্টনের পরমাণু তত্ত্বের মূল প্রস্তাবনাগুলি :

● যে-কোন পদার্থই শেষ পর্যন্ত অতিসূক্ষ্ম পরম ও চূড়ান্ত কণার সমষ্টি। এই চূড়ান্ত অবিভাজ্য কণাগুলিকে 'পরমাণু' বলা হয়।

● রাসায়নিক বিক্রিয়ায় পরমাণুমাত্রেই অবিনশ্বর ; ইহার সৃষ্টি বা বিনাশ কোনটিই ঘটে না ।

● এ চাই মৌলিক পদার্থের সকল পরমাণুগুলিই ওজন ও ধর্মে সর্বদাই এক ।

● বিভিন্ন মৌলিক পদার্থের পরমাণুগুলির ওজন ও ধর্ম সর্বদাই বিভিন্ন ।

● যোগ গঠনকালে বিভিন্ন মৌলিক পদার্থের পরমাণুগুলি সরল ও পূর্ণসংখ্যার অল্পপাতে (যেমন 1 : 2, 2 : 3, 3 : 5 ইত্যাদি) যুক্ত হয় ।

ডাল্টন ইহাও প্রস্তাব করেন যে পদার্থের সহজাত ধর্ম অনুসারে পদার্থের পরমাণুরও আকার, আয়তন ও ওজন আছে । কোন একটি বিশেষ পরমাণুর ওজন অতি ক্ষুদ্র বলিয়া প্রচলিতভাবে উহা মাপা যায় না ; কিন্তু, বিভিন্ন মৌলের, বিভিন্ন পরমাণুর একটির আপেক্ষিক অপারটির ওজন নিরূপণ করা সম্ভব ।

ডাল্টনের পরমাণুবাদ হইতে পরমাণুর আরেকটি সংজ্ঞাও দেওয়া যায় । মৌলিক পদার্থের যে চূড়ান্ত অবিভাজ্য কণা হইতে মৌলের রাসায়নিক ধর্মের উৎপত্তি ঘটে ও যাহা রাসায়নিক ক্রিয়া-বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণ করে, তাহাই পরমাণু ।

ডাল্টনের পরমাণুবাদ ও কয়েকটি রাসায়নিক সংশোধন সূত্রের ব্যাখ্যা

পদার্থের অবিনাশিতা সূত্র : ডাল্টনের প্রস্তাবনায় পরমাণুগুলি অবিনশ্বর । সুতরাং কোন রাসায়নিক বিক্রিয়ার পূর্বে ও পরে পরমাণু সংখ্যার হ্রাস-বৃদ্ধি ঘটা সম্ভব নয় । পরমাণু সংখ্যার হ্রাস ঘটিলে পরমাণু বিনষ্ট হয় ধরিতে হইবে এবং পরমাণু সংখ্যার বৃদ্ধি ঘটিলে পরমাণু সৃষ্ট হয় ধরিতে হইবে । ইহার কোনটিই সম্ভব নয় ।

আবার ডাল্টন বলেন, প্রতিটি পরমাণুর নিজস্ব নিত্য ওজন আছে । অতএব বিক্রিয়ার পূর্বে একটি নির্দিষ্ট পরমাণু সংখ্যার একটি মোট নির্দিষ্ট ওজন থাকিবে এবং বিক্রিয়ার পরে, যেহেতু পরমাণু সংখ্যা একই থাকিবে, অতএব মোট ওজনও একই থাকিবে ।

স্থিরানুপাত সূত্র : ধরা যাক, A ও B দুইটি মৌল ; A মৌলের a সংখ্যক পরমাণু, B মৌলের b সংখ্যক পরমাণুর সহিত যুক্ত হইয়া যোগ গঠন করে $(A_a B_b)$ । ডাল্টনের মতানুযায়ী, A মৌলের প্রতিটি পরমাণুর একটি নির্দিষ্ট ওজন আছে ; অতএব a সংখ্যক A মৌলের প্রতিটি পরমাণুরও একটি নির্দিষ্ট ওজন আছে । ধরা যাক, এই ওজনগুলি যথাক্রমে x এবং y । অতএব, যোগের মধ্যে A মৌলের মোট ওজন $a \times x$ এবং B মৌলের মোট ওজন $b \times y$ । যোগটির বিশ্লেষণে A এবং B -এর যে ওজন অল্পপাত পাওয়া যাইবে তাহা অবশ্যই $ax : by$ । এই অল্পপাতগুলিতে ডাল্টনের মতানুযায়ী a, b, x, y সব সংখ্যাগুলিই নিত্য । অতএব $A_a B_b$ যোগটিতে A এবং B -এর অল্পপাত অবশ্যই নিত্য হইবে ।

শুণানুপাত সূত্র : ধরা যাক A ও B দুইটি মৌলের সংযোগে দুইটি যৌগ গঠিত হয়। ইহার একটি যৌগ গঠিত হয় A -র p সংখ্যক পরমাণুর সহিত B -র q সংখ্যক পরমাণু যোগে (A_pB_q) ; অপরটি গঠিত হয় A -র m সংখ্যক পরমাণুর সহিত B -র n সংখ্যক পরমাণু যোগে (A_mB_n)। A -র পারমাণবিক ওজন ধরা যাক x ; এবং B -র পারমাণবিক ওজন y ।

এখন প্রথম যৌগে A -র ওজন $p \times x$ এবং B -র ওজন $q \times y$; বা, px গ্রাম A , qy গ্রাম B -র সহিত যুক্ত ; বা 1 গ্রাম A , $\frac{qy}{px}$ গ্রাম B -র সহিত যুক্ত।

দ্বিতীয় যৌগে A -র ওজন $m \times x$ এবং B -র ওজন $n \times y$; বা mx গ্রাম A , ny গ্রাম B -র সহিত যুক্ত ; বা 1 গ্রাম A , $\frac{ny}{mx}$ গ্রাম B -র সহিত যুক্ত।

অতএব দুইটি যৌগের মধ্যে, একটি মৌল A -র একটি নির্দিষ্ট ওজনের (1 গ্রাম) সহিত যুক্ত অপর মৌলটির বিভিন্ন ওজনের অনুপাত,

$$\frac{qy}{px} : \frac{ny}{mx}, \text{ বা } \frac{q}{p} : \frac{n}{m} \text{ বা } mq : np$$

এখন ডাণ্টনের মতানুযায়ী q, p, n, m এইগুলি যখন ক্ষুদ্র পূর্ণসংখ্যা, উহাদের গুণফলগুলিও অবশ্যই পূর্ণসংখ্যা হইবে। অতএব পূর্বোক্ত অনুপাতটি, সরল অনুপাত।

মিথোনুপাত সূত্র : ধরা যাক A, B ও C তিনটি পৃথক মৌল এবং উহাদের পারমাণবিক ওজনগুলি যথাক্রমে a, b ও c । পূর্বের উদাহরণমত ধরা যাক A মৌলটি B মৌলের সহিত A_xB_y , এবং C মৌলের সহিত A_pC_q যৌগ গঠন করে।

অতএব A_xB_y যৌগে $A : B$ ওজনের অনুপাত $= x \times a : y \times b$ বা $a : \frac{y}{x} \times b$

A_pC_q যৌগে $A : C$ ওজনের অনুপাত $= p \times a : q \times c$ বা $a : \frac{q}{p} \times c$

অতএব একই ওজনের A -র সহিত (a গ্রাম) যুক্ত, B এবং C -র ওজনের অনুপাত $\frac{y}{x} \times b : \frac{q}{p} \times c$ ।

ডাণ্টনের মতানুযায়ী, x, y, p, q ক্ষুদ্র ও পূর্ণসংখ্যা। এখন যদি $x=y=p=q$ হয়, B এবং C -র ওজনের অনুপাত $b : c$ । যদি x, y, p, q অসমান হয় $\frac{y}{x} \times b, \frac{q}{p} \times c$ এর একটি গুণিতক এবং $\frac{q}{p} \times c, c$ -এর একটি গুণিতক।

এখন B ও C -র মধ্যে যৌগ গঠনকালে, B -র একটি পরমাণু, C -র একটি পরমাণুর সহিত BC গঠন করিতে পারে ; সেক্ষেত্রে B ও C -র ওজনের অনুপাত হইবে

$1 \times b : 1 \times c$ বা $b : c$ । অথবা B ও C -যোগ গঠনকালে $B_m C_n$ গঠন করিবে ;
সেক্ষেত্রে B এবং C -র ওজনের অনুপাত হইবে $m \times b : n \times c$; কিন্তু $m \times b$, b -এর
গুণিতক এবং $n \times c$, c -এর গুণিতক।

সুতরাং মিথোপাত সূত্রটি প্রমাণিত হয়।

গ্যাসানুপাত সূত্র : এই সূত্রটি ডাল্টনীয় মতবাদের দ্বারা ব্যাখ্যা করা যায়
না। এই সূত্রটি ডাল্টনীয় মতবাদের আলোকে বিচার করার আগে মনে রাখা
দরকার—

(1) যে-কোন রাসায়নিক বিক্রিয়ায় বিক্রিয়ক ও বিক্রিয়ালব্ধ পদার্থগুলির
ওজনের অনুপাত, অন্তর্নিহিত পরমাণুগুলির অনুপাতে নির্দিষ্ট,

(2) গ্যাসীয় বিক্রিয়াগুলিতে অম্লরূপ উষ্ণতা চাপে গ্যাসীয় বিক্রিয়ক ও
বিক্রিয়ালব্ধ পদার্থগুলির মধ্যে আয়তনের সরল অনুপাত বর্তমান।

এই দুইটি প্রাপ্ত তথ্যের একত্র সংগতি রক্ষা করিতে হইলে সিদ্ধান্ত করিতে হয় :

**একই উষ্ণতা ও চাপে সম-আয়তন সকল গ্যাসের মধ্যেই সমসংখ্যক
পরমাণু বর্তমান থাকে।**

ডাল্টনের মতবাদের অসুসিদ্ধান্তরূপে, বাজিলিয়স এই প্রকল্পটি প্রস্তাব করেন।

গ্যাসীয় বিক্রিয়ার উদাহরণস্বরূপে হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড গ্যাসের উৎপাদন
বিক্রিয়াটি ধরা যাক। এই বিক্রিয়াটিতে, যে কোন আয়তন হাইড্রোজেন গ্যাস
অম্লরূপ উষ্ণতা ও চাপে, সম-আয়তন ক্লোরিন গ্যাসের সহিত মিলিত হইয়া, দ্বিগুণ
আয়তন হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড গ্যাস উৎপন্ন করে ; অর্থাৎ

1 আয়তন হাইড্রোজেন + 1 আয়তন ক্লোরিন = 2 আয়তন হাইড্রোক্লোরিক
অ্যাসিড গ্যাস।

ধরা যাক, প্রতি গ্যাসেই সমউষ্ণতা ও সমচাপে একক আয়তন পিছু n সংখ্যক
পরমাণু থাকে ; (বাজিলিয়স প্রকল্প)

অতএব n পরমাণু হাইড্রোজেন + n পরমাণু ক্লোরিন = $2n$ পরমাণু হাইড্রোক্লোরিক
অ্যাসিড গ্যাস।

বা, 1 পরমাণু হাইড্রোজেন + 1 পরমাণু ক্লোরিন = 2 পরমাণু হাইড্রোক্লোরিক
অ্যাসিড গ্যাস।

সুতরাং 1 পরমাণু হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড গ্যাস উৎপন্ন হইতে হইলে $\frac{1}{2}$ পরমাণু
হাইড্রোজেন ও $\frac{1}{2}$ পরমাণু ক্লোরিন লাগিবে। কিন্তু ডাল্টনের তত্ত্বানুযায়ী কোন
পরমাণুরই অর্ধাংশ সম্ভব নয় ; কারণ, পরমাণু অবিভাজ্য।

অতএব এই সূত্রটি ডাল্টনীয় মতবাদের দ্বারা ব্যাখ্যা করা যায় না।

এই সূত্রটি ব্যাখ্যা করার জন্ত, ডাল্টনীয় মতবাদের সংশোধন ও পরিবর্ধন
প্রয়োজন। এই সংশোধন ও পরিবর্ধন করেন অ্যাভোগাড্রো এবং তাঁহার প্রস্তাবিত

সংশোধন 'অ্যাভোগাড্রো প্রকল্প' (Avogadro's Hypothesis) নামে খ্যাত।
(ভৃতীয় অধ্যায়ে দ্রষ্টব্য)

ডাল্টনের পরমাণুবাদের অবদান :

● ডাল্টনের পরমাণুবাদ যথার্থ বৈজ্ঞানিক ভিত্তিতে ও পরীক্ষার ভিত্তিতে প্রথম পরমাণুর কল্পনাকে প্রতিষ্ঠিত করে।

● ডাল্টনের পরমাণুবাদ, যথার্থ যুক্তিসহ ভিত্তিতে প্রথম চারিটি রাসায়নিক সংযোগস্থত্রের ব্যাখ্যা উপস্থাপন করে।

● ডাল্টনের পরমাণুবাদই সর্বপ্রথম মৌলগুলির পরমাণুগুলির মধ্যে একটি তুলনামূলক ওজন নির্ণয় বাস্তবে সম্ভব করিয়া তোলে। ফলে, নিখুঁত পারমাণবিক ওজন নির্ণয় রাসায়নিকদের দৃষ্টি আকর্ষণ করে ও বিঃশ্রবণী রসায়নের প্রভূত উন্নতি হয়। অবশ্য, ডাল্টনের তত্ত্বের ত্রুটি ও সীমাবদ্ধতার জন্য অনেকক্ষেত্রে ডাল্টনের অনুমানের উপর নির্ণীত পারমাণবিক ওজনগুলি পরবর্তীকালে সংশোধিত হইয়াছে।

● ডাল্টনের পরমাণুবাদকে ভিত্তি করিয়া যৌগে উপাদানগুলির উপস্থিত পরমাণু সংখ্যা নির্ণীত হয়; ফলে যৌগের সংকেত (formula), রাসায়নিক সমীকরণ (chemical equations) ও নানা নিভুল রাসায়নিক গণনা প্রণালী সৃষ্টি সম্ভব হইয়াছে।

● ডাল্টনের পরমাণুবাদ হইতে—পরমাণুই সকল পদার্থের মূল জনক, এই ধারণাটি রসায়নের নানা শাখার বিচ্ছিন্নতাকে একটি এক্যবদ্ধ বৈজ্ঞানিক ভিত্তিতে প্রতিষ্ঠিত করে। বস্তুত রসায়নকে গাণিতিক ভিত্তিতে প্রথম সুদৃঢ়ভাবে প্রতিষ্ঠিত করেন ডাল্টন; এই অর্থে তিনি আধুনিক রসায়নের জনক।

ডাল্টনের পরমাণুবাদের ত্রুটি ও অসম্পূর্ণতা :

● ডাল্টন মৌল ও যৌগ উভয় ক্ষেত্রেই পরম কণাকে পরমাণু বলিয়া কল্পনা করিয়াছিলেন। এই ধারণাটি ত্রুটিপূর্ণ। মৌলের চূড়ান্ত বিভাজনে যে পরমাণুগুলি পাওয়া যায় উহার পরস্পর সদৃশ ও প্রত্যেকটিই মৌলের ধর্ম বহন করে। কিন্তু যৌগের চূড়ান্ত বিভাজনে পরমাণু পাওয়া গেলেও, উহার বিসদৃশ এবং একক ভাবে কোনটিই যৌগের ধর্ম বহন করে না। যৌগের ধর্ম বহন করে যে ক্ষুদ্রতম কণাগুলি, উহার অণু (molecule)। উহার একাধিক—এক বা বিভিন্ন প্রকারের পরমাণুর মিলনে উৎপন্ন হয়। অণুর এই ধারণাটি পরবর্তীকালে বিশদ ব্যাখ্যা করেন অ্যাভোগাড্রো।

● ডাল্টন পরমাণুকে অবিভাজ্য কল্পনা করিয়াছিলেন। আধুনিক বিজ্ঞান প্রমাণ করিয়াছে, প্রতি পরমাণুই পরমাণু অপেক্ষাও ক্ষুদ্রতর বস্তুকণা—ইলেকট্রন, প্রোটন ও নিউট্রন যৌগে গঠিত।

● ডান্টনের ধারণা ছিল, একই ওজনের পরমাণু একই মৌলের ধর্ম বহন করে। আধুনিক বিজ্ঞানে, আইসোটোপের* (isotope) আবিষ্কার প্রমাণ করিয়াছে, যদি পরমাণু-ক্রমাংক (atomic number) বা ইলেকট্রন সংখ্যা (বা প্রোটন সংখ্যা) এক হয় তাহা হইলে বিভিন্ন পারমাণবিক ওজনযুক্ত পরমাণুও একই মৌলের ধর্ম বহন করিয়া থাকে।

● ডান্টনের ধারণা ছিল বিভিন্ন ওজনের পরমাণু হইলেই উহা বিভিন্ন মৌলধর্ম বহন করে; বা বিভিন্ন মৌলের পরমাণুগুলি সর্বদাই ওজনে বিভিন্ন। আধুনিক বিজ্ঞানে, আইসোবারের† (isobar) অস্তিত্ব আবিষ্কারে প্রমাণিত হইয়াছে, বিভিন্ন পরমাণুক্রমাংকযুক্ত দুইটি পরমাণু মৌলধর্মে ভিন্ন হইয়াও উহাদের পারমাণবিক ওজনগুলি একই থাকিতেও পারে।

● ডান্টনের প্রস্তাবনা ছিল, যোগে বিভিন্ন শ্রেণীর পরমাণুর সংখ্যাহ্রুপাত একটি সরল অহ্রুপাত। আধুনিক রসায়নে, এক বিশেষ শ্রেণীর যৌগিক পাওয়া যায়, বাহাতে বিভিন্ন শ্রেণীর পরমাণুর অহ্রুপাতগুলি ভগ্নাংশেও বিরাজ করে, যেমন $\text{LaH}_{1.57}$, ইত্যাদি। এই যৌগগুলিকে, ‘আন্তর্পরিসর যৌগিক’ (interstitial compound) বলা হয়।

● কেবলমাত্র ডান্টনের পরমাণুবাদকে ভিত্তি করিয়া, সঠিক পারমাণবিক ওজন ও সঠিক যৌগ সংকেত নির্ণয় করা যায় না।

● ডান্টনের পরমাণুবাদ, গ্যাসায়তন সূত্র ব্যাখ্যা করিতে পারে না।

পরমাণুর প্রকৃত ওজন (Absolute weight of an atom) :

পদার্থের ক্ষুদ্রতম কণা—পরমাণু। পদার্থমাত্রেরই নিজস্ব ওজন থাকে। অতএব, প্রতি পরমাণুও অবশ্যই একটি নির্দিষ্ট ওজন আছে। কিন্তু এই ওজন এত ক্ষুদ্র যে, কোন তুলাযন্ত্রে উহাকে মাপা অসম্ভব। লঘুতম পরমাণু, একটি হাইড্রোজেন পরমাণুর ওজন 1.67×10^{-24} গ্রাম মাত্র। একটি অক্সিজেন পরমাণুর ওজন 000000000000000000000000265 গ্রাম। পৃথিবীর স্থায়ী মৌলের মধ্যে সর্বাপেক্ষা ভারী মৌল ইউরেনিয়ামের একটি পরমাণুর ওজন 0000000000000000000000039 গ্রাম।

বলাই বাহুল্য একটি পরমাণুকে তুলাযন্ত্রে ওজন করিতে হইলে প্রচলিত অর্থে, এত ক্ষুদ্র বাটখারা মিলিবে না। পরমাণু ওজনে একমাত্র পরমাণুই বাটখারা হইতে পারে।

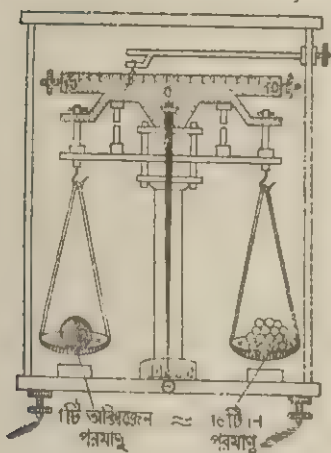
* বিভিন্ন পারমাণবিক ওজনযুক্ত কিন্তু একই পরমাণু ক্রমাংক সহ একটি মৌলের একই রাসায়নিক ধর্ম সম্পন্ন পরমাণুগুলিকে পরস্পরের ‘আইসোটোপ’ বলা হয়।

† বিভিন্ন পরমাণু ক্রমাংক কিন্তু একই পারমাণবিক ওজন সম্পন্ন বিভিন্ন মৌল-পরমাণুগুলিকে পরস্পরের ‘আইসোবার’ বলা হয়।

পারমাণবিক ওজন (Atomic weight) :

ধরা যাক কোন তুলাযন্ত্রে এক পাল্লায় একটি অক্সিজেন পরমাণু রাখা হইল।

অন্য পাল্লায় বাটখারা রূপে একটি একটি করিয়া হাইড্রোজেন পরমাণু, ওজন করার জন্য ব্যবহার করা হইতে লাগিল। দেখা যাইবে, সম্পূর্ণ করিতে প্রায় 16টি হাইড্রোজেন পরমাণু লাগিবে। অতএব, অক্সিজেন পরমাণু হাইড্রোজেন পরমাণুর তুলনায় প্রায় (\approx) 16 গুণ ভারী (চিত্র নং 2'8)। অতঃপরভাবে, একটি ইউরেনিয়াম পরমাণু ওজন করিলে দেখা যায়, উহা হাইড্রোজেন পরমাণু হইতে প্রায় (\approx) 238 গুণ ভারী।



চিত্র নং 2.8

এখন একটি হাইড্রোজেন পরমাণুর ওজনকে একক ধরিয়া লইলে, ইহার আপেক্ষিক অক্সিজেন পরমাণুর ওজন ≈ 16 , ইউরেনিয়াম পরমাণুর ওজন ≈ 238 । এই

আপেক্ষিক ওজনগুলিকে যথাক্রমে 'অক্সিজেনের পারমাণবিক ওজন' ও 'ইউরেনিয়ামের পারমাণবিক ওজন' বলা হয়।

হাইড্রোজেনকে এইভাবে একক ধরার পরিবর্তে আধুনিক রসায়নে 'অক্সিজেন পরমাণুর ওজনকে 16'0000 ধরিয়া লওয়া হয়। ইহার আপেক্ষিক হাইড্রোজেনের পারমাণবিক ওজন দাঁড়ায় 1'008, ইউরেনিয়ামের পারমাণবিক ওজন দাঁড়ায় 239। অক্সিজেন পরমাণুকে এইভাবে একক রূপে ব্যবহার করার সুবিধা এই যে, এইভাবে নির্ণীত বিভিন্ন পরমাণুর পারমাণবিক ওজনগুলির অধিকাংশই পূর্ণসংখ্যা বা উহার কাছাকাছি হয়। সম্প্রতি অক্সিজেন পরমাণুকে একক ধরার পরিবর্তে, একটি কার্বন পরমাণুকে* 12'0000 একক রূপে ব্যবহার করা আন্তর্জাতিকভাবে 'অনুমোদিত' হইয়াছে।

পারমাণবিক ওজনকে প্রকাশ করা হয় 'পারমাণবিক ভর একক' (atomic unit) বা সংক্ষেপে a. m. u দ্বারা।

$$1 \text{ a. m. u} = \frac{1}{16} \times \text{অক্সিজেনের 1 পরমাণুর ভর}$$

$$\text{সুতরাং অক্সিজেনের পারমাণবিক ওজন} = 16 \text{ a. m. u.}$$

$$\text{অতঃপরভাবে, হাইড্রোজেনের পারমাণবিক ওজন} = 1'008 \text{ a. m. u.}$$

* কার্বনের লঘুতম পরমাণু

পারমাণবিক ওজনের সংজ্ঞা (Definition of Atomic Weight) :

● একটি পরমাণুর ওজন, $\frac{1}{16}$ অক্সিজেনের পরমাণুর (বা $\frac{1}{12}$ কার্বন পরমাণুর) ওজনের তুলনায় যে পরিমাণ ভারী, সেই অনুপাতেই পারমাণবিক ওজন বলা হয়।

● পরমাণুর ওজনের যে ক্ষুদ্রতম গুণিতক রাসায়নিক বিক্রিয়ায়, অংশ গ্রহণ করে, উহাই তাহার পারমাণবিক ওজন।

গ্রাম-পরমাণু (Gram-atom) :

পারমাণবিক ওজনকে গ্রামে প্রকাশ করিলে, গ্রাম-পরমাণু (Gram-atom) পাওয়া যায়। যথা 1 গ্রাম-পরমাণু অক্সিজেন = 16 গ্রাম অক্সিজেন ; 1 গ্রাম-পরমাণু হাইড্রোজেন = 1.008 গ্রাম হাইড্রোজেন।

আ্যাভোগাড্রো প্রকল্প হইতে পরে জানা যায় যে, যে-কোন মৌলেরই 1 গ্রাম-পরমাণুতে একই নিত্য সংখ্যক পরমাণু বর্তমান থাকে। এই নিত্য সংখ্যাটি 6.02×10^{23} ।

এই সংজ্ঞা হইতে, গণনার পক্ষে বিশেষ প্রয়োজনীয় দুইটি অনুসিদ্ধান্ত করা যায়—

● দুইটি মৌলের সম-সংখ্যক পরমাণু লইলে, মৌল দুইটির ওজন পারমাণবিক ওজনগুলির প্রত্যক্ষ সমানুপাতে (directly proportional) হইবে।

● দুইটি মৌলের সমান ওজন হইলে, উহাদের মধ্যে পরস্পরের পরমাণুসংখ্যাগুলি যথাক্রমে পারমাণবিক ওজনগুলির ব্যস্তানুপাতিক (inversely proportional) হইবে।

রাসায়নিক গণনার ক্ষেত্রে প্রায়শঃ ব্যবহৃত হয় এমন কয়েকটি সাধারণ মৌলের পারমাণবিক ওজন নিম্নের তালিকায় দেখান হইল।

তালিকা

মৌল	পারমাণবিক ওজন	মৌল	পারমাণবিক ওজন
H	1	S	32
C	12	Cl	35.5
N	14	K	39
O	16	Fe	56
F	19	Cu	63.3
Na	23	Zn	65.5
Mg	24	Ag	108
Al	27	I	127

রাসায়নিক সংযোগ সূত্রাবলীর গাণিতিক উদাহরণ

1. হিরানুপাত সূত্র :

(1) কোন রাসায়নিক পরীক্ষাকালে দেখা গেল 0.7 গ্রাম Fe-এর সহিত 0.4 গ্রাম S-এর প্রত্যক্ষ সংযোগে, ফেরাস সালফাইড (FeS) উৎপন্ন হইল ; আবার, 2.8 গ্রাম Fe, লঘু H_2SO_4 দ্রবণে দ্রবীভূত করিয়া, পরে অতিরিক্ত সোডিয়াম সালফাইড (Na_2S)-দ্রবণ যুক্ত করিয়া 4.4 গ্রাম FeS পাওয়া গেল। প্রমাণ কর, এই পরীক্ষা-ফলগুলি হিরানুপাত সূত্র সমর্থন করে।

$$\text{প্রথম ক্ষেত্রে, সংযোজন অনুপাত } \frac{Fe}{S} = \frac{0.7}{0.4} = \frac{7}{4}$$

দ্বিতীয় ক্ষেত্রে, 2.8 গ্রাম Fe, 4.4 গ্রাম FeS উৎপন্ন করে।

∴ দ্বিতীয় ক্ষেত্রে সংযুক্ত S-এর পরিমাণ = 4.4 - 2.8 বা 1.6 গ্রাম।

$$\text{অতএব দ্বিতীয় ক্ষেত্রে, সংযোজন অনুপাত } \frac{Fe}{S} = \frac{2.8}{1.6} = \frac{7}{4}$$

উভয় ক্ষেত্রে প্রাপ্ত একই অনুপাত, হিরানুপাত সূত্র প্রমাণ করে।

(2) 5.58 গ্রাম সমুদ্রজলের বিশ্লেষণে 0.62 গ্রাম হাইড্রোজেন পাওয়া যায়। 1.83 গ্রাম বৃষ্টিজলের বিশ্লেষণে 1.68 গ্রাম অক্সিজেন পাওয়া যায়। 1.25 গ্রাম হাইড্রোজেনকে অতিরিক্ত বায়ুতে দহন করিয়া 11.24 গ্রাম জল পাওয়া যায়। এই বিশ্লেষণ ফলগুলি কি কোন রাসায়নিক সংযোগসূত্র অনুসরণ করিতেছে? করিলে, উহা কোন সূত্র? সূত্রটি বিবৃত কর।

	H-এর গ্রাম-পরিমাণ	O-এর গ্রাম-পরিমাণ
সমুদ্রজলে	.62	(5.58 - .62) বা 4.96
বৃষ্টিজলে	(1.83 - 1.68) বা 0.21	1.68
দহনজাত জলে	1.25	(11.24 - 1.25) বা 9.99

অতএব সমুদ্রজলে, 1 গ্রাম H-এর সহিত যুক্ত অক্সিজেন $\frac{4.96}{0.62}$ বা 0.9032 গ্রাম

বৃষ্টিজলে, " " " " " $\frac{1.68}{0.21}$ বা 0.9031 গ্রাম

দহনজাত জলে, " " " " " $\frac{9.99}{1.25}$ বা 0.9016 গ্রাম

অতএব, তিনটি ক্ষেত্রে তিনটি বিভিন্ন উৎসজাত একই যৌগ-জলে, একই পরিমাণ হাইড্রোজেন, একই বা নিত্য পরিমাণ অক্সিজেনের সহিত যুক্ত হইয়াছে।

অতএব, এই বিশ্লেষণগুলি, পদার্থের উপাদানের নিত্যতাসূত্র বা হিরানুপাত সূত্র অনুসরণ করিতেছে।

সূত্র : নির্দিষ্ট রাসায়নিক গুণসম্পন্ন একটি যৌগে উপাদান মোলগুলি সর্বদাই এক থাকে এবং ঐ মোলগুলির পারস্পরিক ওজনের পরিমাণও সর্বদাই নির্দিষ্ট থাকে।

(3) একটি ধাতুর কার্বনেটে 52% ধাতু আছে। এই ধাতুটি 0.65 গ্রাম উত্তপ্ত করিলে 0.81 গ্রাম ধাতব অক্সাইড উৎপন্ন হয়। স্থিরাঙ্কপাত সূত্র অনুসারে, গণনা কর—এ ধাতুর 1 গ্রাম কার্বনেটে উত্তপ্ত করিলে, কত গ্রাম পূর্বোক্ত ধাতব অক্সাইড উৎপন্ন হইবে।

0.81 গ্রাম ধাতব অক্সাইডে ধাতুর পরিমাণ = 0.65 গ্রাম

∴ অক্সিজেনের পরিমাণ = (0.81 - 0.65) বা 0.16 গ্রাম

সুতরাং ধাতব অক্সাইডে ধাতু : অক্সিজেন = 0.65 : 0.16

আবার, ধাতব কার্বনেটে ধাতুর পরিমাণ = 52%

∴ 1 গ্রাম " " " " = 0.52 গ্রাম

এই 0.52 গ্রাম ধাতু, ধরা যাক x গ্রাম অক্সিজেনের সহিত যুক্ত হইয়া, $0.52 + x$ গ্রাম ধাতব অক্সাইড উৎপন্ন করিবে।

স্থিরাঙ্কপাত সূত্র অনুসারে, যেহেতু দুইটি ক্ষেত্রেই উৎপন্ন ধাতব অক্সাইড অভিন্ন, অতএব উভয় ক্ষেত্রেই ধাতু : অক্সিজেন অঙ্কপাত নিত্য থাকিবে।

$$\text{অর্থাৎ, } \frac{0.65}{0.16} = \frac{0.52}{x}$$

$$\therefore x = \frac{0.52 \times 0.16}{0.65} = \frac{0.0832}{0.65} = 0.128 \text{ গ্রাম}$$

অতএব, উৎপন্ন অক্সাইডের পরিমাণ = $0.520 + 0.128$ গ্রাম বা 0.648 গ্রাম।

(4) কোন একটি ধাতুর 0.12 গ্রাম লইয়া বায়ুতে উত্তপ্ত করিলে 0.20 গ্রাম অক্সাইড উৎপন্ন হয়, এই ধাতুর কার্বনেট এবং নাইট্রেট লবণে যথাক্রমে 28.5% এবং 16.2% এবং 16.2% ধাতু আছে। কার্বনেট ও নাইট্রেট লবণের প্রতিটির 1.00 গ্রাম লইয়া উত্তপ্ত করিলে কি পরিমাণ অক্সাইড দুই ক্ষেত্রে পাওয়া যাইবে তাহা স্থিরাঙ্কপাত সূত্রের সাহায্যে নির্ণয় কর।

0.12 গ্রাম ধাতু হইতে 0.20 গ্রাম ধাতব অক্সাইড পাওয়া যায় ;

∴ 0.12 গ্রাম ধাতুর সহিত যুক্ত হওয়া অক্সিজেনের ওজন = $0.20 - 0.12$ গ্রাম
বা 0.08 গ্রাম।

$$\therefore \text{উহাতে, } \frac{\text{ধাতুর ওজন}}{\text{অক্সিজেনের ওজন}} = \frac{0.12}{0.08} = \frac{3}{2}$$

এই ধাতব অক্সাইড যে ভাবেই উৎপন্ন করা হোক না কেন উক্ত ধাতুর ও অক্সিজেনের ওজনের অঙ্কপাত সর্বদা 3 : 2 থাকিবে।

100.00 গ্রাম ওজনের ধাতব কার্বনেটে ধাতুর ওজন = 28.5 গ্রাম

∴ 1 " " " " " " = 0.285 গ্রাম

এই পরিমাণ ধাতু হইতে যে ধাতব অক্সাইড পাওয়া যাইবে, হিরানুপাত হ্র
অনুসারে তাহাতেও $\frac{\text{ধাতুর ওজন}}{\text{অক্সিজেনের ওজন}} = \frac{3}{2}$

ধরা যাক, এক্ষেত্রে ধাতুর সহিত যুক্ত অক্সিজেনের ওজন = x_1 গ্রাম

অতএব, সত্যানুসারে $\frac{0.285}{x_1} = \frac{3}{2}$

$$\therefore x_1 = \frac{0.285 \times 2}{3} = 0.190 \text{ গ্রাম}$$

\therefore এই ধাতব কার্বনেট হইতে উৎপন্ন অক্সাইডের ওজন = $0.285 + 0.190$
= 0.475 গ্রাম।

অনুরূপে,

1 গ্রাম ধাতব নাইট্রেটে ধাতুর ওজন 0.162 গ্রাম এবং উহার সহিত ধাতব
অক্সাইড উৎপন্ন করার জন্য যুক্ত অক্সিজেনের ওজন x_2 গ্রাম হইলে,

$$\frac{0.162}{x_2} = \frac{3}{2}, \text{ বা, } x_2 = 0.108 \text{ গ্রাম।}$$

\therefore এই ধাতব নাইট্রেট হইতে উৎপন্ন অক্সাইডের ওজন = $0.162 + 0.108$
= 0.270 গ্রাম।

(5) ZnS এবং $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$ হইতে প্রাপ্ত ZnO -কে H_2 দ্বারা বিজারিত
করিলে দেখা যায় যে প্রথম নমুনার 2.00 গ্রাম হইতে 1.6 গ্রাম Zn এবং দ্বিতীয়
নমুনায় 1.6 গ্রাম হইতে 1.3 গ্রাম ধাতব Zn পাওয়া যায়। এই পরীক্ষা হিরানুপাত
সূত্রকে সমর্থন করে দেখাও।

প্রথম নমুনার ZnO এর 2 গ্রাম হইতে প্রাপ্ত Zn -এর ওজন = 1.6 গ্রাম

$\therefore \text{O}_2$ এর ওজন = $(2 - 1.6)$ গ্রাম = 0.4 গ্রাম

$$\therefore \frac{\text{Zn এর ওজন}}{\text{O}_2 \text{ এর ওজন}} = \frac{1.6}{0.4} = \frac{4}{1}$$

অনুরূপে, দ্বিতীয় নমুনায় ZnO = 1.6 গ্রাম

এবং Zn = 1.3 গ্রাম

$\therefore \text{O}_2$ এর ওজন = $(1.6 - 1.3)$ গ্রাম = 0.3 গ্রাম

$$\therefore \frac{\text{Zn এর ওজন}}{\text{O}_2 \text{ এর ওজন}} = \frac{1.3}{0.3} = \frac{4}{1} \text{ (প্রায়)}$$

সুতরাং ইহা হিরানুপাত সূত্রকে সমর্থন করে।

2. গুণানুপাত সূত্র :

(1) আয়রণ (Fe) দুইটি অক্সাইড যৌগ, ফেরাস অক্সাইড ও ফেরিক অক্সাইড
উৎপন্ন করে। ফেরাস অক্সাইড ও ফেরিক অক্সাইডে যুক্ত অক্সিজেনের পরিমাণ

যথাক্রমে 22.22% এবং 30%। প্রমাণ কর এই পরীক্ষা-ফলগুলি গুণানুপাত সূত্র সমর্থন করে।

	%O	%Fe	Fe/O অনুপাত
ফেরাস অক্সাইডে	22.22	77.78	$\frac{77.78}{22.22} = 3.50$
ফেরিক অক্সাইডে	33.00	70.00	$\frac{70.00}{33.00} = 2.33$

অতএব, প্রতিটি অক্সাইডে 1 গ্রাম অক্সিজেনের সহিত যুক্ত Fe-এর পরিমাণ

$$\frac{3.50}{2.33} = \frac{1.5}{1} = 3 : 2$$

সুতরাং গুণানুপাত সূত্রটি সমর্থিত ও প্রমাণিত হইল।

(2) একটি ধাতু দুইটি অক্সাইড উৎপন্ন করে। এই অক্সাইডগুলির প্রতিটি 1 গ্রাম লইয়া উত্তপ্ত করিলে, যথাক্রমে 0.798 এবং 0.888 গ্রাম ধাতু পাওয়া গেল। এই পরীক্ষাফল যে গুণানুপাত সূত্র সমর্থন করে তাহা দেখাও।

(ইন্ডিনিয়ারিং এন্ট্রান্স পরীক্ষা : 1978)

প্রথম অক্সাইডের 1 গ্রামে, ধাতুর পরিমাণ = 0.798 গ্রাম

অতএব, অক্সিজেনের পরিমাণ = $1 - 0.798 = 0.202$ গ্রাম

সুতরাং, প্রথম অক্সাইডে 1 গ্রাম অক্সিজেনের সহিত যুক্ত ধাতুর পরিমাণ :

$$\frac{0.798}{0.202} \text{ গ্রাম, বা } 3.95 \text{ গ্রাম}$$

দ্বিতীয় অক্সাইডের 1 গ্রামে, ধাতুর পরিমাণ = 0.888 গ্রাম

অতএব, অক্সিজেনের পরিমাণ = $1 - 0.888 = 0.112$ গ্রাম

সুতরাং, দ্বিতীয় অক্সাইডে 1 গ্রাম অক্সিজেনের সহিত যুক্ত ধাতুর

$$\text{পরিমাণ} = \frac{0.888}{0.112} \text{ গ্রাম, বা } 7.9 \text{ গ্রাম}$$

সুতরাং অক্সাইড দুইটিতে, একই ওজন অক্সিজেনের সহিত যুক্ত ধাতুর পরিমাণ-গুলির অনুপাত, $3.95 : 7.90$ বা $1 : 2$, অর্থাৎ অনুপাতটি সরল অনুপাত।

সুতরাং, প্রদত্ত পরীক্ষাফল, গুণানুপাত সূত্রের সমর্থক।

(3) হাইড্রোজেন ও অক্সিজেন মৌলের সাধারণ বিক্রিয়ায় জল উৎপন্ন হয়, আবার এই মৌল দুইটিতে, উচ্চ মাত্রার তাড়িত মোক্ষণযোগে বিক্রিয়া ঘটাইলে, হাইড্রোজেন পারক্সাইড নামক ধোঁগ উৎপন্ন হয়। জলের বিশ্লেষণ ফল, 11.2% হাইড্রোজেন এবং 88.8% অক্সিজেন; হাইড্রোজেন পারক্সাইডের বিশ্লেষণ ফল, 5.93% হাইড্রোজেন এবং 94.07% অক্সিজেন। এই বিশ্লেষণফলগুলি যে গুণানুপাত সূত্রের সমর্থক, তাহা দেখাও।

জলে—

11.2 গ্রাম হাইড্রোজেন যুক্ত হয় 88.8 গ্রাম অক্সিজেনের সহিত

∴ 1.00 " " " " $\frac{88.8}{11.2}$ বা 7.93 গ্রাম অক্সিজেনের সহিত :

হাইড্রোজেন পারক্সাইডে—

5.93 গ্রাম হাইড্রোজেন যুক্ত হয় 94.07 গ্রাম অক্সিজেনের সহিত

∴ 1.00 " " " " $\frac{94.07}{5.93}$ বা 15.9 গ্রাম অক্সিজেনের সহিত :

অতএব দুইটি যোগে একই ওজন হাইড্রোজেনের সহিত যুক্ত অক্সিজেনের ওজনগুলির অনুপাত 7.93 : 15.9 বা 1 : 2 অর্থাৎ একটি সরল অনুপাত।

সুতরাং, প্রদত্ত বিশ্লেষণফলগুলি গুণানুপাত হত্র প্রমাণিত করে।

(4) অ্যামোনিয়া যোগের মধ্যে 17.76 গ্রাম হাইড্রোজেন এবং 82.24 গ্রাম নাইট্রোজেন থাকে। আবার 3.77 গ্রাম হাইড্রোজেনের সহিত 26.23 গ্রাম নাইট্রোজেনের বিক্রিয়ায় 30.00 গ্রাম হাইড্রাজিন (hydrazine) উৎপন্ন হয়। দেখাও যে এই পরীক্ষাফলগুলি গুণানুপাত সমর্থন করে।

অ্যামোনিয়ায়—

17.76 গ্রাম হাইড্রোজেন 82.24 গ্রাম নাইট্রোজেনের সহিত যুক্ত হয়

∴ 1 গ্রাম " " $\frac{82.24}{17.76}$ বা 4.6 গ্রাম " "

হাইড্রাজিনে—

3.77 গ্রাম " 26.23 গ্রাম " "

∴ 1 গ্রাম হাইড্রোজেন $\frac{26.23}{3.77}$ বা 6.9 গ্রাম " "

অতএব, দুইটি যোগে একই ওজন হাইড্রোজেনের সহিত যুক্ত হাইড্রোজেনের ওজনগুলির অনুপাত 4.6 : 6.9 বা 2 : 3 অর্থাৎ একটি সরল অনুপাত।

সুতরাং, প্রদত্ত পরীক্ষাফলগুলি গুণানুপাত হত্র সমর্থন করে।

(5) লেডের তিনটি অক্সাইড যোগ হয় যথা,—লিথার্জ, লেড পারক্সাইড ও রেড লেড। এই তিনটি যোগের বিশ্লেষণ ফল

	লেডের পরিমাণ	অক্সিজেনের পরিমাণ
লিথার্জ :	1.293 গ্রাম	0.1900 গ্রাম
লেড পারক্সাইড :	1.882 গ্রাম	0.2910 গ্রাম
রেড লেড :	1.552 গ্রাম	0.1600 গ্রাম

দেখাও যে এই বিশ্লেষণ ফলগুলি গুণানুপাত হত্র সমর্থন করে।

লিথার্জে : 0.1000 গ্রাম অক্সিজেন যুক্ত হয় 1.293 গ্রাম লেডের সহিত

বা, 1 " " " " 12.93 " " "

লেড পারকসাইডে : 0.2910 " " " " 1.882 গ্রাম " "

বা 1 " " " " $\frac{1.882}{0.2910}$ গ্রাম

বা 6.46 গ্রাম লেডের সহিত

রেড লেডে : 0.1600 গ্রাম অক্সিজেন যুক্ত হয় 1.552 গ্রাম " "

বা 1 " " " " $\frac{1.552}{0.1600}$ বা 9.69 গ্রাম " "

অতএব, তিনটি অক্সাইডে একই ওজন অক্সিজেনের সহিত যুক্ত লেডের ওজনগুলির
অনুপাত : 12.93 : 6.46 : 9.69 বা 4 : 2 : 3 অর্থাৎ একটি সরল অনুপাত।

অতএব, বিশ্লেষণফলগুলি গুণানুপাত সূত্র সমর্থন করে।

(6) কোন ধাতুর দুইটি অক্সাইড 'a' এবং 'b' হাইড্রোজেন প্রবাহে স্থির ওজন
না হওয়া পর্যন্ত উত্তপ্ত করিয়া প্রত্যেক ক্ষেত্রে উৎপন্ন জল সংগৃহীত করিয়া ওজন করা
হইল। যদি 2 গ্রাম 'a' 0.2517 গ্রাম জল এবং 1 গ্রাম 'b' 0.2264 গ্রাম জল
উৎপন্ন করে তাহা হইলে দেখাও যে ইহা গুণানুপাত সূত্রকে সমর্থন করে।

0.2517 গ্রাম জলে O_2 এর পরিমাণ = $0.2517 \times \frac{8}{9}$ গ্রাম = 0.2238 গ্রাম এবং
0.2264 গ্রাম " O_2 " " = $0.2264 \times \frac{8}{9}$ গ্রাম = 0.2013 গ্রাম

এখন, 2 গ্রাম 'a' অক্সাইডে 0.2238 গ্রাম O_2 আছে।

∴ উহাতে ধাতুর পরিমাণ = $(2 - 0.2238)$ গ্রাম = 1.7762 গ্রাম

∴ উহাতে 1 গ্রাম O_2 যুক্ত হয় $\frac{1.7762}{0.2238}$ গ্রাম বা 7.934 গ্রাম ধাতুর সহিত।

আবার 'b' যোগে ধাতুর পরিমাণ = $(1.00 - 0.2013)$ গ্রাম = 0.7987 গ্রাম

∴ 'b' যোগে 1 গ্রাম O_2 যুক্ত হয় $\frac{0.7987}{0.2013}$ গ্রাম বা 3.967 গ্রাম ধাতুর

সহিত।

∴ 'a' ও 'b' যোগের প্রত্যেকটিতে 1 গ্রাম O_2 -এর সহিত যুক্ত হওয়া
ধাতুর ওজনের অনুপাত 7.934 : 3.967 বা 2 : 1 এবং ইহা গুণানুপাত সূত্র
সমর্থন করে।

3. মিথোনুপাত সূত্র :

(1) কার্বন,—সালফার ও অক্সিজেনের সহিত পৃথক পৃথক ভাবে কার্বন ডাই-
সালফাইড (CS_2) এবং কার্বন ডায়ক্সাইড (CO_2) উৎপন্ন করে। সালফার এবং

অক্সিজেন যুক্ত হইয়া সালফার ডায়ক্সাইড (SO_2) ও সালফার ট্রায়ক্সাইড (SO_3) উৎপন্ন করে, প্রমাণ কর, এই যৌগগুলি—মিথেনহুপাত হইতে অক্সিজেন গ্রহণ করে।

[পারমাণবিক ওজন : C—12, S—32, O—16]

CS_2 তে উপাদানগুলির ওজন অনুপাত, C : S = 3 : 16

CO_2 তে উপাদানগুলির ওজন অনুপাত, C : O = 3 : 8

মিথেনহুপাত হইতে অক্সিজেন 16 ভাগ সালফার, 8 ভাগ অথবা 8 ভাগের কোন গুণিতক পরিমাণে অক্সিজেনের সহিত যুক্ত হইতে পারে।

SO_2 তে উপাদানগুলির ওজন অনুপাত, S : O = 32 : 32 বা 16 : 16

SO_3 তে উপাদানগুলির ওজন অনুপাত, S : O = 32 : 48 বা 16 : 24

অর্থাৎ অক্সাইড দুইটিতে 16 ভাগ সালফার যথাক্রমে 2×8 ভাগ (8-এর গুণিতক) এবং 3×8 ভাগ (8-এর গুণিতক) অক্সিজেনের সহিত যুক্ত হইয়াছে।

অতএব, মিথেনহুপাত হইতে অক্সিজেন গ্রহণ করে।

(2) কার্বন, হাইড্রোজেন ও অক্সিজেন এই তিনটি মৌল হইতে উৎপন্ন কয়েকটি যৌগের বিশ্লেষণ ফল নিম্নরূপ :

মিথেন	কার্বন মনোক্সাইড	জল
C—75%	C—42.86%	H—11.11%
H—25%	O—57.14%	O—88.89%

দেখাও যে এই বিশ্লেষণ ফলগুলি মিথেনহুপাত হইতে সমর্থক।

মিথেনে, 75 গ্রাম কার্বন, 25 গ্রাম হাইড্রোজেনের সহিত যুক্ত হয়

অতএব, 1 " " $\frac{25}{75}$ বা 0.33 " " " " "

কার্বন মনোক্সাইডে 42.86 গ্রাম কার্বন, 57.14 গ্রাম অক্সিজেনের সহিত যুক্ত হয়।

অতএব, 1 গ্রাম কার্বন $\frac{57.14}{42.86}$ বা 1.33 গ্রাম অক্সিজেনের সহিত যুক্ত হয়।

অতএব, একই ওজন কার্বনের সহিত যুক্ত হাইড্রোজেন ও অক্সিজেনের অনুপাত 0.33 : 1.33 বা 1 : 4।

মিথেনহুপাত হইতে অক্সিজেন ও অক্সিজেনের সংযোগে উৎপন্ন যৌগের অনুপাত হওয়া উচিত $x \times 1 : y \times 4$ (x এবং y সরল গুণিতক)।

হাইড্রোজেন ও অক্সিজেনের সংযোগে উৎপন্ন জলে, হাইড্রোজেন ও অক্সিজেনের প্রদত্ত প্রকৃত অনুপাত 11.11 : 88.89 বা 1 : 8, বা $1 : 2 \times 4$, (অর্থাৎ $x=1$, $y=2$)।

সুতরাং প্রদত্ত বিশ্লেষণ ফলগুলি, মিথেনহুপাত হইতে সমর্থন করে।

(3) সালফার ডায়ক্সাইডে অক্সিজেনের পরিমাণ 50% ; জলে হাইড্রোজেনের পরিমাণ 11.11% ; সালফিউরেটেড হাইড্রোজেনে সালফারের পরিমাণ 94.1%। এই

পরীক্ষা-ফলগুলি কোন্ রাসায়নিক সংযোগ সূত্র সমর্থন করিতেছে? সূত্রটি কি বিবৃত কর।

সালফার ডায়ক্সাইডে সালফারের পরিমাণ 50%, অতএব অক্সিজেনের পরিমাণ (100-50) বা 50%

50 গ্রাম অক্সিজেন যুক্ত হয় 50 গ্রাম সালফারের সহিত

∴ 1 গ্রাম " " " 1 গ্রাম " "

জলে হাইড্রোজেনের পরিমাণ 11.11%, অতএব অক্সিজেনের পরিমাণ (100-11.11) বা 88.89%

88.89 গ্রাম অক্সিজেন যুক্ত হয়, 11.11 গ্রাম হাইড্রোজেনের সহিত

∴ 1 গ্রাম " " " $\frac{11.11}{88.89}$ বা $\frac{1}{8}$ গ্রাম " "

অর্থাৎ পূর্বোক্ত যোগ দুইটিতে একই ওজন অক্সিজেনের সহিত যুক্ত হাইড্রোজেন ও সালফারের অনুপাত $\frac{1}{8} : 1$ বা $1 : 8$ ।

রাসায়নিক সংযোগ সূত্রের, মিথোপপাত সূত্রানুসারে, এখন হাইড্রোজেন ও সালফারের মধ্যে যোগ উৎপন্ন হইলে, উহাতে হাইড্রোজেন ও সালফারের প্রত্যাশিত অনুপাত $1 : 8$ বা $x \times 1 : 8 \times y$ (x এবং y সকল গুণিতক)।

সালফিউরেটেড হাইড্রোজেনের বিশ্লেষণ ফলে, সালফারের প্রদত্ত অনুপাত 94.1%; অতএব হাইড্রোজেনের অনুপাত (100-94.1) বা 5.9%।

অর্থাৎ 5.9 গ্রাম হাইড্রোজেন যুক্ত হয় 94.1 গ্রাম সালফারের সহিত

সুতরাং হাইড্রোজেন ও সালফারের অনুপাত $5.9 : 94.1$ বা $1 : 16$, বা $1 \times 1 : 8 \times 2$ (অর্থাৎ $x=1$, $y=2$)

সুতরাং, প্রদত্ত বিশ্লেষণ ফলগুলি মিথোপপাত সূত্রকে সমর্থন করিতেছে।

সূত্র : যদি দুইটি মৌল পৃথক পৃথক ভাবে অপর একটি তৃতীয় মৌলের সহিত যুক্ত হইয়া নির্দিষ্ট যোগ উৎপন্ন করে, তাহা হইলে ঐ তৃতীয় মৌলটির একটি নির্দিষ্ট ওজনের সহিত ঐ দুইটি মৌল যে ওজনের অনুপাতে যুক্ত হয়—সেই ওজনের অনুপাতে বা ঐ অনুপাতের সবল গুণিতকের অনুপাতে ঐ দুইটি মৌল পরস্পরের সহিত যুক্ত হইয়া যোগ উৎপন্ন করে।

4. গ্যাসানুপাত সূত্র :

(1) 75 সি. সি. নাইট্রোজেনের সহিত 300 সি. সি. হাইড্রোজেনের বিক্রিয়ায়, (নাইট্রোজেন ও হাইড্রোজেনের বিক্রিয়াটি সম্পূর্ণ হইয়াছে ধরিয়া লইয়া) উৎপন্ন অ্যামোনিয়ার আয়তন কত হইবে? বিক্রিয়ার শেষে কি কি গ্যাস বর্তমান থাকিবে এবং উহাদের মিশ্র আয়তন কি? (সকল গ্যাসই N. T. P'তে আছে)।



গ্যাসায়তন সূত্র অনুসারে, 1 আয়তন 3 আয়তন 2 আয়তন

∴ 75 সি.সি. 3×75 সি.সি. 2×75 সি.সি.

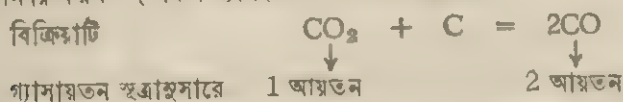
অর্থাৎ 75 সি. সি. নাইট্রোজেন, (3×75) বা 225 সি. সি. হাইড্রোজেনের সহিত যুক্ত হইয়া, (2×75) বা 150 সি. সি. অ্যামোনিয়া উৎপন্ন করিবে।

সুতরাং উৎপন্ন অ্যামোনিয়ার পরিমাণ = 150 সি. সি.

কিন্তু গৃহীত হাইড্রোজেনের পরিমাণ = 300 সি. সি.

নাইট্রোজেনের সহিত বিক্রিয়ায় ব্যবহৃত হাইড্রোজেনের পরিমাণ 225 সি. সি. অর্থাৎ, $(300 - 225)$ সি. সি. বা 75 সি. সি. হাইড্রোজেন অতিরিক্ত থাকিবে। অতএব বিক্রিয়ার শেষে উৎপন্ন অ্যামোনিয়া 150 সি. সি. এবং অতিরিক্ত হাইড্রোজেন 75 সি. সি. মিশ্ররূপে অবশিষ্ট থাকিবে, এবং গ্যাস মিশ্রটির আয়তন হইবে $(150 + 75)$ বা 225 সি. সি.।

(2) 500 সি. সি. CO_2 লইয়া অতিতপ্ত কার্বনের উপর চালনা করা হইল। উৎপন্ন গ্যাসের আয়তন 700 সি. সি। উৎপন্ন গ্যাসে, কি কি গ্যাস কত কত পরিমাণে আছে নির্ণয় কর। (সকল গ্যাসই N. T. P'তে আছে)।



যদি সমস্ত CO_2 , CO'তে পরিবর্তিত হইত—উৎপন্ন গ্যাসের আয়তন হইত— 2×500 বা 1000 সি. সি। কিন্তু উৎপন্ন গ্যাসের আয়তন 700 সি. সি। অতএব উৎপন্ন শেষ গ্যাসে অপরিবর্তিত CO_2 গ্যাসও থাকিবে।

ধরা যাক CO_2 গ্যাসের যে অংশ পরিবর্তিত হইবে উহার পরিমাণ x সি. সি.; অতএব উৎপন্ন CO হইবে $2x$ সি. সি.; সুতরাং শেষ গ্যাসে $500 - x$ সি. সি. CO_2 ও $2x$ সি. সি. CO থাকিবে।

কিন্তু প্রদত্ত সমস্যায়, শেষ গ্যাসের আয়তন 700 সি. সি।

$$\therefore (500 - x) + 2x = 700$$

$$\text{বা } x = 200 \text{ সি. সি.}$$

অতএব অপরিবর্তিত $\text{CO}_2 = (500 - 200)$ বা 300 সি. সি।

$$\therefore \text{উৎপন্ন CO} = 2 \times 200 \text{ বা } 400 \text{ সি. সি.}$$

সুতরাং উৎপন্ন গ্যাসে 300 সি. সি. CO_2 ও 400 সি. সি. CO থাকিবে।

[গ্যাসায়তন স্ফটিকায়িত অণুর গাণিতিক উদাহরণ 'গ্যাসমিতি' আলোচনায় প্রযোজ্য।]

প্রশ্নাবলী

- ভৌত পরিবর্তন ও রাসায়নিক পরিবর্তন কাকে বলে? উদাহরণ পার্থক্য আলোচনা কর।
- 'পদার্থের অবিনাশিতা সূত্র' কি। এই সূত্রটিকে প্রতিষ্ঠিত করার জন্য দুইটি পরীক্ষা বিবৃত কর।
- (i) কয়লা পুড়িলে অবশিষ্ট ছাউ-এর ওজন মূল কয়লার ওজনের অনেক কম হয়;
(ii) একখণ্ড টিন দহন করিলে উহা ওজনে বাড়ে;
(iii) একটুকরা লোহা' আর্দ্র বাতাসে রাখিলে কয়েকদিন পরে মরিচা পড়িয়া উহার ওজন বাড়ে;
(iv) একটি টবে গাছের বীজ হইতে উৎপন্ন গাছের ওজন দিনে দিনে বাড়ে।

—এই ফলাফলগুলি কি পদার্থের অবিনাশিতা সূত্রের বিরোধী?

4. (a) 'স্থিরানুপাত সূত্র'টি বিবৃত কর ও উহার যথার্থ্য যাচাই করা যায় এমন একটি পরীক্ষা বর্ণনা কর।
(b) স্থিরানুপাত সূত্রের বিপরীত সূত্র কি সত্য? উদাহরণসহ আলোচনা কর।
5. 'গুণানুপাত সূত্র'টি বিবৃত কর। গুণানুপাত সূত্র প্রতিষ্ঠিত করার জন্য একটি পরীক্ষা বর্ণনা কর।
6. 'মিশ্রানুপাত সূত্র' বিবৃত কর ও উহার যথার্থ্য যাচাই করা যায় এমন একটি পরীক্ষা বর্ণনা কর।
7. 'গ্যাসের আয়তন অনুপাত সূত্র' প্রথম কে প্রস্তাব করেন? সূত্রটি কি? উদাহরণ যোগে সূত্রটি বিবৃত কর।

8. 'পরমাণু' ক? ডাল্টনের পরমাণুবাদের মূল প্রস্তাবনাগুলি বর্ণনা কর। ডাল্টনের পরমাণুবাদ যোগে স্থিরানুপাত ও গুণানুপাত সূত্র ব্যাখ্যা কর।

9. গ্যাসায়তন সূত্রকে ডাল্টনের পরমাণুবাদের আলোকে ব্যাখ্যা করা যায় না কেন?
10. ডাল্টনের পরমাণুবাদের অসম্পূর্ণতা ও ত্রুটি কি? একটি সংক্ষিপ্ত আলোচনা কর।
11. 'পরমাণুর প্রকৃত ওজন' ও 'পারমাণবিক ওজনের মধ্যে পার্থক্য' কি? 'পারমাণবিক ভর একক' (a.m.u.) কাকে বলে? পারমাণবিক ওজনের ক্ষেত্রে অক্সিজেন পরমাণুকে একক নির্বাচন করা হয় কেন?
12. গ্রাম-পরমাণু কাকে বলে? Na, Cl, C, N, Cu—মৌলগুলির 1 গ্রাম-পরমাণু কত? এক গ্রাম-পরমাণুতে কতগুলি ক্রিয়া পরমাণু থাকে?

13. সোডিয়াম ফ্লোরাইডের সহিত পাট সালফিউরিক অ্যাসিডের বিক্রিয়ার সোডিয়াম বাইসালফেট ও হাইড্রোজেন ফ্লোরাইড উৎপন্ন হয়। পদার্থের অবিশালিতা সূত্রকে ভিত্তি করিয়া গণনা কর,—কি পরিমাণ সোডিয়াম ফ্লোরাইড 4.7 গ্রাম সালফিউরিক অ্যাসিডের সহিত বিক্রিয়ায় 6 গ্রাম সোডিয়াম বাই-সালফেট ও 1.825 গ্রাম হাইড্রোজেন ফ্লোরাইড উৎপন্ন করিবে? [Ans. 2.925 গ্রাম সোডিয়াম ফ্লোরাইড,

14. 6.35 গ্রাম কপারকে নাইট্রিক অ্যাসিডে দ্রবীভূত করিয়া, দ্রবণকে বাষ্পীভূত ও অবশেষকে তীব্র-চূর্ণ করিয়া 7.95 গ্রাম কপার অক্সাইড (CuO) পাওয়া গেল, আবার সোদক কপার সালফেটের (কপারের শতকরা মাত্রা 25.45%) 24.95 গ্রাম লইয়া উহাকে সোডিয়াম হাইড্রোক্সাইডের দ্রবণ-যোগে প্রাপ্ত অধঃক্ষেপ দ্রুতপূ করিয়া অবশেষ রূপে 7.95 গ্রাম কপার অক্সাইড পাওয়া গেল।

উপরোক্ত পরীক্ষাফলগুলি যে স্থিরানুপাত সূত্র সমর্থন করে, তাহা প্রমাণ কর।

15. 'বিশ্লিষ্ট পদ্ধতিতে প্রস্তুতকৃত AgCl যৌগ বিশ্লেষণ করিয়া নিম্নোক্ত পরীক্ষাফলগুলি পাওয়া গেল—

	সিলভারের ওজন	সিলভার ফ্লোরাইডের ওজন
(i)	91.46 গ্রাম	121.50 গ্রাম
(ii)	108.60 গ্রাম	144.31 গ্রাম
(iii)	69.88 গ্রাম	92.91 গ্রাম

এই পরীক্ষাফলগুলি যে স্থিরানুপাত সূত্র সমর্থন করে তাহা দেখাও।

16. সিলভার ফ্লোরাইড যৌগে, 24.71% ক্লোরিন আছে : স্থিরানুপাত সূত্রকে সত্য বলিয়া ধরিলে 15 গ্রাম সিলভার ফ্লোরাইড প্রস্তুত করিতে কত গ্রাম সিলভার প্রয়োজন? [Ans. 11.90 গ্রাম (প্রায়)]

17. 0.936 গ্রাম জিংককে নাইট্রিক অ্যাসিডে দ্রবীভূত করিয়া যে নাইট্রেট পাওয়া গেল, উহা তীব্র দহনে 1.165 গ্রাম জিংক অক্সাইড উৎপন্ন করে। আবার 1.236 গ্রাম জিংক সালফিউরিক অ্যাসিডে দ্রবীভূত করিয়া দ্রবণ হঠাতে জিংক কার্বনেটক অধঃক্ষেপ করা হইল। এই জিংক কার্বনেটকে দহনে, 1.588 গ্রাম জিংক অক্সাইড পাওয়া গেল। এই পরীক্ষাফলগুলি স্থিরানুপাত সূত্রের সমর্থক—প্রমাণ কর।

18. (i) সেড পারক্লাইড ও বেড সেডে যথাক্রমে 13.39% ও 9.34% অক্সিজেন থাকে।

(ii) নাইট্রোজেনের তিনটি অক্সাইডে যথাক্রমে 63.63%, 46.67% ও 25.93% নাইট্রোজেন থাকে।

(iii) কসফোরাস ট্রাইক্লোরাইডে 77.45% ক্লোরিন থাকে এবং কসফোরাস পেটাক্লোরাইডে 14.78% কসফোরাস থাকে।

—উপরোক্ত ফলগুলি যে গুণানুপাত সূত্র সমর্থন করে, তাহা প্রমাণ কর।

19. 1 গ্রাম কার্বন, দহনে 3.7 গ্রাম CO_2 হয়। আরেকটি পরীক্ষায় দেখা গেল, উদ্ভূত CuO এর উপর CO চালিত করিয়া, 61.9 গ্রাম CO , পাওয়া যায় এবং CuO -এর ওজন 22.5 গ্রাম কমে। CO এর মধ্যে, কার্বন ও অক্সিজেনের শতকরা মাত্রা নির্ণয় কর। দেখাও যে, এই পরীক্ষাগুলি, গুণানুপাত হ্রস্ব সমর্থন করে।

[Ans : C=42.6% ; O=57.4%]

20. একটি ধাতু তিনটি অক্সাইড যৌগ গঠন করে : যৌগগুলিতে ধাতুর মাত্রা যথাক্রমে 76.47%, 68.42% এবং 52%। এই মাত্রাগুলি হইতে, গুণানুপাত হ্রস্ব সমর্থন হর, দেখাও।

21. কোনো মৌলের তিনটি অক্সাইড যৌগে, যথাক্রমে 42.60%, 49.64% এবং 63.56% অক্সিজেন থাকি কি সম্ভব? যুক্তিসহ উত্তর লিখ।

[সংকেত : মৌলটির নির্দিষ্ট পরিমাণকে 82 গ্রাম ধরিয়া গণনা কর]

[Ans : না]

22. কোনো ধাতুর দুইটি যৌগ X এবং Y কে, হাইড্রোজেন সহযোগে উদ্ভূত করিয়া প্রতিটির 2 গ্রাম পরিমাণ হইতে যথাক্রমে 0.2517 গ্রাম জল এবং 0.2264 গ্রাম জল পাওয়া গেল। এই পরীক্ষাগুলি কি গুণানুপাত হ্রস্ব সমর্থন করে?

23. আয়রনের তিনটি অক্সাইডের বিশেষণকল—

	আয়রন	অক্সিজেন
প্রথম অক্সাইড	77.78%	22.22%
দ্বিতীয় অক্সাইড	70.00%	30.00%
তৃতীয় অক্সাইড	72.45%	27.55%

এই মাত্রাগুলি হইতে গুণানুপাত হ্রস্ব সমর্থন হর প্রমাণ কর।

24. কপার সালফাইডে 33.5% সালফার আছে, সালফার ট্রায়ক্সাইডে 40.1% সালফার আছে। কপার অক্সাইডে 79.9% কপার আছে। এই পরীক্ষাগুলি, মিথোপপাত হ্রস্ব সমর্থন প্রমাণ করে।

25. 32.5 গ্রাম জিংক কোন অ্যাসিড হইতে 1 গ্রাম হাইড্রোজেনকে প্রতিস্থাপিত করে। আবার ঐ একই পরিমাণ জিংক, 8 গ্রাম অক্সিজেনের সহিত সংযুক্ত হইয়া জিংক অক্সাইড উৎপন্ন করে। হাইড্রোজেন ও অক্সিজেন যুক্ত হইলে, উদাহর কি অনুপাতে যুক্ত হইবে বলিয়া প্রত্যাশা করা যায়? উৎপন্ন যৌগটি কি?

26. PH_3 -এর মধ্যে 91.1% P আছে : জলে 88.89% O আছে : P_4O_{10} -এর মধ্যে 56.4% P আছে। এই বিশ্লেষণগুলি মিথোপপাত হ্রস্ব সমর্থন প্রমাণ করে।

27. 0.1400 গ্রাম Fe ; 0.1625 গ্রাম Zn ; 0.02975 গ্রাম Sn , 0.0450 গ্রাম Al—প্রতিটিই অ্যাসিড হইতে X সি. সি. হাইড্রোজেন বিমুক্ত করে, যদি 28 গ্রাম Fe 8 গ্রাম অক্সিজেনের সহিত যুক্ত হয়, তাহা হইলে অন্য ধাতুগুলির পদার্থকে কে কি পরিমাণ ওজনে একই 8 গ্রাম পরিমাণ অক্সিজেনের সহিত যুক্ত হইবে—নির্ণয় কর।

[Ans : Zn=32.5 গ্রাম, Sn=59.5 গ্রাম, Al=9.0 গ্রাম]

28. N. T. P'তে 10 সি. সি. অক্সিজেনের সহিত একই উদ্ভাট ও চাপে 10 সি. সি. হাইড্রোজেনের বিক্রিয়া করান হইল। ঐ উদ্ভাট ও চাপে, অবশিষ্ট গ্যাসের প্রকৃতি ও পরিমাণ নির্ণয় কর।

[Ans : 80 সি. সি. অতিরিক্ত হাইড্রোজেন]

29. 10 সি. সি. নাইট্রিক অক্সাইড (NO) হইতে অক্সিজেন অংশ অপসারিত করিলে, কত অক্সিজেন নাইট্রোজেন অবশিষ্ট থাকিবে?

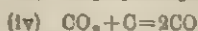
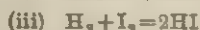
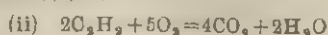
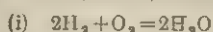
[Ans : 5 সি. সি. নাইট্রোজেন]

30. N. T. P'তে 100 লিটার CO_2 হইতে কি পরিমাণ CO গ্যাস পাওয়া যাইবে?

[সংকেত : $\text{CO}_2 + \text{C} = 2\text{CO}$]

[Ans : 200 লিটার]

31. নিম্নলিখিত বিক্রিয়াগুলিতে, গ্যাসীয় বিক্রিয়ক ও বিক্রিয়াক পদার্থগুলি N. T. P'তে আছে ধরিয়া লইয়া, বিক্রিয়াগুলিতে আয়তনের কি পরিবর্তন ঘটিবে গণনা কর—



[Ans : (i) সংকোচন 3 আয়তন ; (ii) সংকোচন 3 আয়তন ; (iii) আয়তন অপরিবর্তিত থাকিবে, (iv) 2 আয়তন প্রসারণ ঘটিবে।]

অণুর ধারণা (Concept of molecule)

ডাল্টন মৌলিক এবং যৌগিক উভয় প্রকার পদার্থেরই অস্তিত্ব কণারূপে পরমাণুর কল্পনা করিয়াছিলেন। পদার্থের ধর্ম, উহার পরমাণুরই ধর্ম। অতএব ডাল্টনের মতানুসারে, মোল এবং যৌগের পরমাণুগুলির মধ্যে উহাদের নিজস্ব ধর্মগুলি বর্তমান থাকিবে। এখন, যৌগ পদার্থরূপে জল—হাইড্রোজেন ও অক্সিজেন গ্যাসের সংযোগে উৎপন্ন হয়। এই যৌগটিকে, যৌগরূপ রাখিয়া, ক্ষুদ্রতর করিতে করিতে শেষ বিভাজন স্তর পর্যন্ত লইয়া গেলে জলের একটি চূড়ান্ত কণা পাওয়া যাইবে; এই চূড়ান্ত কণাটিরও উৎপাদক অবশ্যই হাইড্রোজেন এবং অক্সিজেন। সুতরাং, এই চূড়ান্ত যৌগ কণাটিকে আরো বিভাজিত করিলে—অবশ্যই ইহা হাইড্রোজেন ও অক্সিজেন অংশে বিভাজ্য হইবে। এই বিভাজিত পৃথক পৃথক অংশগুলির ধর্মের সহিত চূড়ান্ত জলকণাটির যৌগরূপে যে ধর্ম তাহার সহিত কোনই সাদৃশ্য থাকিবে না। অতএব, ইহা অবশ্য স্বীকার্য—যৌগরূপে পদার্থের অস্তিত্ব ও ধর্ম, এই শেষ বিভাজনের আগের স্তর পর্যন্ত। শেষ বিভাজনে, যৌগের চূড়ান্ত কণা, উৎপাদক মোলগুলির পরমাণুতে ভাঙিয়া যায়। সুতরাং যৌগের কণা—উৎপাদক মোলসমূহের পরমাণুর সমষ্টি এবং সে কারণেই উহা পরমাণু অপেক্ষা আকার ও ওজনে অবশ্যই বৃহত্তর। যৌগের এই চূড়ান্ত কণাগুলিকে, মলিকিউল (molecule) বা অণু আখ্যা দেওয়া হয়। ‘Molecule’ শব্দের অর্থ ‘ক্ষুদ্র স্তম্ভ’।

ইতালীয় বিজ্ঞানী আমোদিও অ্যাভোগাড্রোই সর্বপ্রথম অণুর সংজ্ঞা উপস্থিত করেন।

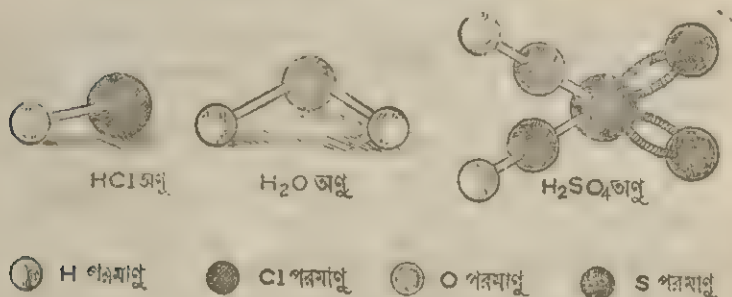


আমোদিও অ্যাভোগাড্রো

● অণু, পদার্থের সেই চূড়ান্ত কণা যাহা চূড়ান্ত কণা রূপেও পদার্থের (মোল ও যৌগ) ধর্ম আক্ষুণ্ণরূপে বহন করে এবং এই কণাগুলির ‘বাস্তব ও স্বাধীন অস্তিত্ব’ আছে। মোল পদার্থের অণু একই প্রকারের পরমাণু সমষ্টি এবং যৌগ পদার্থের অণু বিভিন্ন প্রকারের পরমাণু সমষ্টি যোগে গঠিত। একই পদার্থের সকল অণুগুলি একই প্রকারের এবং বিভিন্ন পদার্থের অণুগুলি বিভিন্ন প্রকারের হইয়া থাকে।

● মোলের অণু বিভাজন করিলে, উৎপাদক পরমাণুগুলি অভিন্ন হয়। যথা, হাইড্রোজেনের অণু (H_2) বিভাজন করিলে, প্রতিটি অণু হইতে দুইটি একই ধর্মসম্পন্ন হাইড্রোজেনের পরমাণু পাওয়া যায়।

● যৌগের অণু বিভাজন করিলে, উহা হইতে ভিন্ন ভিন্ন ধর্মের পরমাণু পাওয়া যায়। যথা, জলের অণু (H_2O) বিভাজন করিলে ভিন্নধর্মী দুইটি হাইড্রোজেনের পরমাণু ও একটি অক্সিজেনের পরমাণু পাওয়া যায়। সালফিউরিক অ্যাসিডের অণু



চিত্র নং ৪'১

(H_2SO_4) বিভাজন করিলে ভিন্নধর্মী, দুইটি হাইড্রোজেনের পরমাণু, একটি সালফারের পরমাণু ও একটি অক্সিজেনের পরমাণু পাওয়া যায়। (চিত্র নং 3'1)

● প্রকৃতিতে মোল ও যৌগগুলি অণুরূপেই বিরাজ করে। হাইড্রোজেনের প্রাকৃতিক অস্তিত্বে চূড়ান্ত কণাগুলি পরমাণু নয় অণু, অর্থাৎ H নহে, H_2 । জলের চূড়ান্ত কণাগুলির প্রাকৃতিক অবস্থান সর্বদাই উহার H_2O অণুরূপে। এই ঘটনটিকেই উপরের সংজ্ঞার—‘বাস্তব ও স্বাধীন অস্তিত্ব’ বলা হইয়াছে।

অ্যাভোগাড্রো প্রকল্প (Avogadro's Hypothesis)

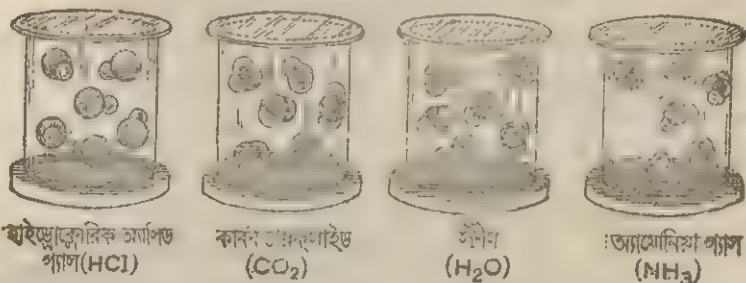
অণুর ধারণা উপস্থিত করার সহিত, গ্যাসের (মোল ও যৌগ) আয়তনের সহিত অণুর সংখ্যার একটি গুরুত্বপূর্ণ প্রকল্প অ্যাভোগাড্রো উপস্থাপিত করেন। এই প্রকল্পটি ‘অ্যাভোগাড্রো প্রকল্প’ (Avogadro's Hypothesis) নামে বিখ্যাত।

● ‘একই উষ্ণতা ও চাপে সম-আয়তন যে-কোন প্রকার গ্যাস বা বাষ্পে, সর্বদাই সমসংখ্যক অণু থাকে।’

ধরা যাক, একই উষ্ণতা ও চাপে নাইট্রোজেন, হাইড্রোজেন, অক্সিজেন, হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড গ্যাস, কার্বন ডায়ক্সাইড, স্ট্রিম, অ্যামোনিয়া—প্রতিটি গ্যাসের 100 সি.সি. আয়তন লওয়া হইল। এখন যে-কোন একটি গ্যাসের ঐ আয়তনের

মধ্যে যদি n সংখ্যক অণু থাকে, তবে আভোগাড্রোর প্রকল্প অনুসারে, একই উষ্ণতা ও চাপে প্রতিটি গ্যাসেরই ঐ আয়তনে, n সংখ্যক অণুই থাকিবে। (চিত্র নং 3'2)

সম-আয়তন, সম-তাপ, সম-সংখ্যক অণু

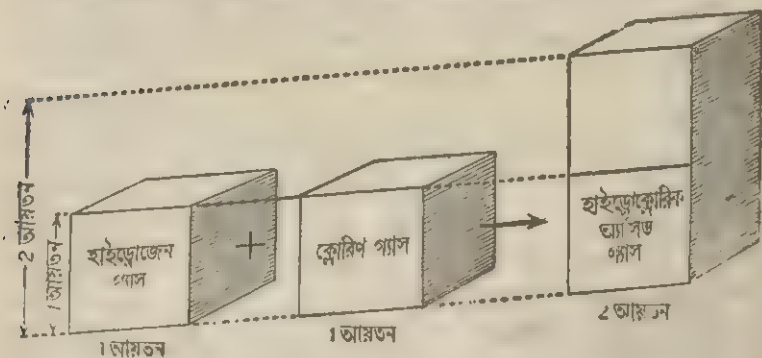


চিত্র নং 3'2

গে ল্যাসাকের গ্যাসায়তন সূত্রের ব্যাখ্যায় এই প্রকল্পটি প্রয়োগ করিয়া, প্রকল্পটির সত্যতা যাচাই করিয়া দেখা যায়।

গ্যাসায়তন সূত্র ও আভোগাড্রো প্রকল্প যোগে ব্যাখ্যা :

হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড গ্যাস উৎপাদনের ক্ষেত্রে, পরীক্ষা হইতে জানা যায়



চিত্র নং 3'3

1 আয়তন হাইড্রোজেন গ্যাস + 1 আয়তন ক্লোরিন গ্যাস = 2 আয়তন হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড গ্যাস (চিত্র নং 3'2)।

ধরা যাক, 1 আয়তন হাইড্রোজেন গ্যাসে n সংখ্যক হাইড্রোজেনের অণু আছে।

অতএব, 1 আয়তন ক্লোরিন গ্যাসে n সংখ্যক ক্লোরিনের অণু আছে এবং 1 আয়তন হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড গ্যাসে n সংখ্যক হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড গ্যাসের অণু আছে। (আভোগাড্রো প্রকল্প)

∴ n অণু হাইড্রোজেন গ্যাস + n অণু ক্লোরিন গ্যাস

= $2n$ অণু হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড গ্যাস

বা 1 অণু হাইড্রোজেন গ্যাস + 1 অণু ক্লোরিন গ্যাস
 $= 2$ অণু হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড গ্যাস

বা $\frac{1}{2}$ অণু হাইড্রোজেন গ্যাস + $\frac{1}{2}$ অণু ক্লোরিন গ্যাস
 $= 1$ অণু হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড গ্যাস।

এখন অণু মাত্রেরই পরমাণুতে বিভাজ্য; সুতরাং $\frac{1}{2}$ অণু হাইড্রোজেন বা $\frac{1}{2}$ অণু ক্লোরিন বাস্তবে সম্ভব এবং ধারণাটি ডাল্টনের পরমাণুবাদের বিরোধীও নয়। যদি ধরা যায়, হাইড্রোজেন ও ক্লোরিনের অণুগুলি দুইটি করিয়া পরমাণু যোগে গঠিত, [অর্থাৎ দ্বি-পরমাণুক (diatomic)] তাহা হইলে পূর্বোক্ত গণনায় $\frac{1}{2}$ অণু হাইড্রোজেন $= 1$ পরমাণু হাইড্রোজেন এবং $\frac{1}{2}$ অণু ক্লোরিন $= 1$ পরমাণু ক্লোরিন।

\therefore 1 পরমাণু হাইড্রোজেন গ্যাস + 1 পরমাণু ক্লোরিন গ্যাস
 $= 1$ অণু হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড গ্যাস

[ইহা হইতে হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড গ্যাস অণুর সঠিক আণবিক সংকেত যে HCl, ইহাও জানা যায়।]

অতএব, অণুর ধারণা সহযোগে, গ্যাসায়তন সূত্রের সংগত ও যুক্তিসহ ব্যাখ্যা সম্ভব হয়।

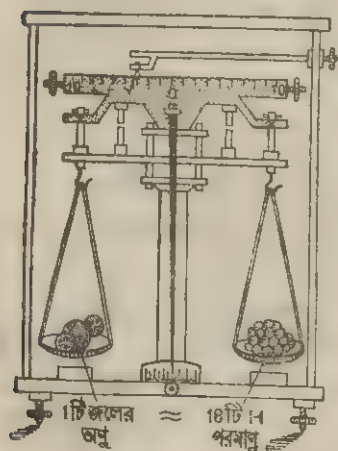
আণবিক ওজন (Molecular weight)

পূর্বোক্ত উদাহরণ ও ব্যাখ্যা হইতে দেখা যায়, হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড গ্যাসের 1-টি অণু, 1 পরমাণু হাইড্রোজেন ও 1 পরমাণু ক্লোরিনের সমষ্টি। সুতরাং হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড গ্যাসের 1 অণুর ওজন, হাইড্রোজেনের 1 পরমাণুর ওজন ও ক্লোরিনের 1 পরমাণুর ওজনের যোগফল।

পরমাণুর মতই, অণুগুলিরও ষথার্থ ওজন আছে, কিন্তু সে ওজনও পরমাণুর ষথার্থ ওজনের মতই অতি ক্ষুদ্র বলিয়া, প্রচলিতভাবে নিরূপণ করা সম্ভব নয়।

একটি নির্দিষ্ট পরমাণুর ওজনকে একক ধরিয়া লইয়া, তাহার আপেক্ষিকে অণুর ওজনের অনুপাতকে নির্ণয় করা হয়। এই অনুপাতিক ওজনকে, পদার্থের আণবিক ওজন বলা হয়। একটি হাইড্রোজেন পরমাণুর ওজন 1.008 বা একটি অক্সিজেন পরমাণুর ওজন 16.0000, বা একটি কার্বন পরমাণুর ওজন 12.0000, আণবিক ওজনের একক রূপে গণ্য করা হয়।

৩ একটি হাইড্রোজেনের পরমাণুর ওজন একক ধরিয়া উহার আপেক্ষিক পদার্থের একটি অণুর ওজন যতগুল ভারী হয়, ঐ সংখ্যাকে পদার্থটির আণবিক ওজন বলা হয়।



চিত্র নং 3.4

● আণবিক ওজন a. m. u বা পারমাণবিক ভর এককে সূচিত করা হয়।

● একটি পদার্থের অণুর মধ্যে যতগুলি পরমাণু (এক বা একাধিক প্রকার) থাকে, ঐ পরমাণুগুলির মোট পারমাণবিক ওজনের যোগফলই পদার্থটির আণবিক ওজন।

উদাহরণ : একটি জলের অণুর ওজন, একটি হাইড্রোজেন পরমাণুর ওজনের তুলনায় 18 গুণ ভারী ; জলের আণবিক ওজন 18। (চিত্র নং 3'4)

আবার জলের অণুতে দুইটি হাইড্রোজেনের পরমাণু ও একটি অক্সিজেনের পরমাণু থাকে। হাইড্রোজেনের পারমাণবিক ওজন 1, অক্সিজেনের পারমাণবিক ওজন 16 অর্থাৎ জলের একটি অণুতে পরমাণুগুলির মোট পারমাণবিক ওজনের যোগফল $= 2 \times 1 + 1 \times 16 = 18$ । জলের আণবিক ওজন 18।

● পদার্থের 'অ্যাভোগাড্রো সংখ্যক' (Avogadro number) অণুর ওজন গ্রামে পরিমাপ করিলে, ওজনের যে সংখ্যা পাওয়া যায়, উহাই পদার্থটির আণবিক ওজন।

উদাহরণ : অ্যাভোগাড্রো সংখ্যক হাইড্রোজেন অণুর ওজন 2 গ্রাম। অতএব, হাইড্রোজেন অণুর ওজন পূর্বোক্ত সংজ্ঞানুসারে, 2।

অ্যাভোগাড্রো প্রকল্প হইতে কয়েকটি সরল সিদ্ধান্ত

অ্যাভোগাড্রো প্রকল্প হইতে কয়েকটি সহজ কিন্তু গুরুত্বপূর্ণ সিদ্ধান্তে উপনীত হওয়া যায়। যথা :

● নিষ্ক্রিয় গ্যাস মৌলগুলি বাদে, অল্প মৌল গ্যাসগুলির অণু দ্বি-পরমাণুক।

● মৌল বা যৌগ উভয় প্রকার গ্যাসের আণবিক ওজন উহার বাষ্পঘনত্বের (vapour density) দ্বিগুণ।

● প্রমাণ উষ্ণতা ও চাপে (Normal temperature and pressure বা N. T. P.) যে কোন গ্যাসের গ্রাম-আণবিক ওজনগুলির আয়তন একই হয় এবং এই আয়তনের পরিমাণ 22'4 লিটার।

(I) মৌল গ্যাসের অণু দ্বি-পরমাণুক :

পরীক্ষা হইতে জানা যায়,

1 আয়তন হাইড্রোজেন + 1 আয়তন ক্লোরিন = 2 আয়তন হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড গ্যাস।

মনে করা যাক, একই উষ্ণতা ও চাপে গ্যাসগুলির আয়তন প্রতি অণুর সংখ্যা = n (অ্যাভোগাড্রো প্রকল্প)

∴ n অণু হাইড্রোজেন + n অণু ক্লোরিন = $2n$ অণু হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড গ্যাস।

বা 1 অণু হাইড্রোজেন + 1 অণু ক্লোরিন = 2 অণু হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড।

বা $\frac{1}{2}$ অণু হাইড্রোজেন + $\frac{1}{2}$ অণু ক্লোরিন = 1 অণু হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড।

এখন 1টি অণু অর্থে, উহা অন্তত দুই বা ততোধিক পরমাণুর সমষ্টি। এই অর্থে 1 অণু হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড গ্যাসে অন্তত 1টি হাইড্রোজেনের পরমাণু এবং 1টি ক্লোরিন পরমাণু থাকিবে। এই 1টি হাইড্রোজেন পরমাণুর জোগান দিবে $\frac{1}{2}$ অণু হাইড্রোজেন। (অর্থাৎ, 2টি পরমাণুর যোগান দিবে 1টি অণু হাইড্রোজেন।) সুতরাং হাইড্রোজেন অণু দ্বি-পরমাণুক।

অনুরূপ যুক্তি ধরিয়া অগ্রসর হইলে, ক্লোরিন অণুও দ্বি-পরমাণুক।

উপরের সিদ্ধান্তে, ধরা হইয়াছে হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড গ্যাসে অন্তত 1 পরমাণু হাইড্রোজেন আছে ও 1 পরমাণু ক্লোরিন আছে। হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড গ্যাসে যে একটি মাত্র হাইড্রোজেন পরমাণু আছে, ইহার পরীক্ষাগত প্রমাণ পাওয়া যায়।

যে-কোন অ্যাসিডের অণুতে, এক বা একাধিক হাইড্রোজেনের পরমাণু থাকে। এই পরমাণু বা পরমাণুগুলি অ্যাসিডের সহিত ধাতুর বিক্রিয়ায় ধাতুর পরমাণু দ্বারা প্রতিস্থাপিত হইয়া লবণ (salt) উৎপন্ন করে। এখন অ্যাসিডে যতগুলি সংখ্যক প্রতিস্থাপনীয় হাইড্রোজেনের পরমাণু থাকে ততগুলি সংখ্যক লবণ উৎপন্ন হয়। হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড হইতে, সোডিয়াম ধাতু যোগে, একটিই মাত্র লবণ পাওয়া যায়। অতএব হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের অণুতে, একটি মাত্র হাইড্রোজেন পরমাণু বর্তমান।

অনুরূপভাবে, অত্র বিক্রিয়াযোগে হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড হইতে ক্লোরিনকে একবারই মাত্র প্রতিস্থাপন করা চলে। অতএব হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড অণুতে, ক্লোরিনেরও একটিই মাত্র পরমাণু বর্তমান।

অতএব মোল গ্যাস হাইড্রোজেন ও ক্লোরিনের অণু দ্বি-পরমাণুক। ইহাদের সংক্ষিপ্ত সংকেত যথাক্রমে H_2 ও Cl_2 ।

● অক্সিজেন অণুও যে দ্বি-পরমাণুক তাহাও প্রমাণ করা যায়।

পরীক্ষা হইতে জানা যায়,

2 আয়তন হাইড্রোজেন + 1 আয়তন অক্সিজেন = 2 আয়তন স্টীম

মনে করা যাক গ্যাসগুলির আয়তন প্রতি n সংখ্যক অণু আছে

(আভোগাড্রো প্রকল্প)

অতএব $2n$ অণু হাইড্রোজেন + n অণু অক্সিজেন = $2n$ অণু স্টীম

বা, 2 অণু হাইড্রোজেন + 1 অণু অক্সিজেন = 2 অণু স্টীম

বা, 1 অণু হাইড্রোজেন + $\frac{1}{2}$ অণু অক্সিজেন = 1 অণু স্টীম

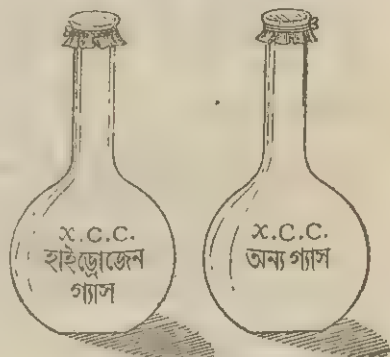
এখন 1 অণু স্টীমে, অন্তত 1টি অক্সিজেন পরমাণু থাকিবে। এই 1টি অক্সিজেন পরমাণুর যোগান দিবে, পূর্বের সূত্রানুযায়ী, $\frac{1}{2}$ অণু অক্সিজেন। অর্থাৎ, 1 অণু অক্সিজেনে 2টি অক্সিজেনের পরমাণু থাকে বা অক্সিজেন অণু দ্বি-পরমাণুক।

স্টীমের অক্সিজেন অংশ, মাত্র একটি স্তরেই রাসায়নিক বিক্রিয়ায় ক্লোরিন দ্বারা প্রতিস্থাপিত হয়। অতএব স্টীমে একটিই মাত্র অক্সিজেনের পরমাণু থাকে।

সুতরাং, অক্সিজেন অণু দ্বি-পরমাণুক। ইহার সংকেত লেখা যায় O_2 ।

(II) গ্যাসের আণবিক ওজন ইহার বাষ্প-ঘনত্বের দ্বিগুণ :

একই উষ্ণতা ও চাপে দুইটি একই ওজনের ও একই আয়তনের (ধরা যাক x সি. সি.) ফ্লাস্কের একটিকে হাইড্রোজেন গ্যাসে ও অন্যটিকে যে কোন গ্যাসে পূর্ণ করিয়া ওজন করা হইল। যে ওজন দুইটি পাওয়া গেল—উহা হইতে শূন্য ফ্লাস্কের ওজন বাদ দিলে, সমআয়তন হাইড্রোজেন ও অন্য গ্যাসের ওজন পাওয়া যায়। (চিত্র নং 3'5)



চিত্র নং 3'5

● একই উষ্ণতা ও চাপে সম-আয়তন হাইড্রোজেনের গ্যাসের ওজনের সহিত অপর গ্যাসের ওজনের যে অনুপাত পাওয়া যায়, ঐ অনুপাতকে গ্যাসটির বাষ্পঘনত্ব (vapour density) বা আপেক্ষিক ঘনত্ব (relative density) বলা হয়।

অর্থাৎ,

গ্যাসের আপেক্ষিক ঘনত্ব বা বাষ্প ঘনত্ব D

$$= \frac{x \text{ সি. সি. গ্যাসের ওজন}}{x \text{ সি. সি. হাইড্রোজেনের ওজন}} \quad (\text{একই উষ্ণতা ও চাপে})$$

ধরা যাক, x সি.সি. আয়তনে, n সংখ্যক অণু আছে (অ্যাভোগাড্রো)

$$\begin{aligned} \therefore D &= \frac{n \text{ সংখ্যক গ্যাসের অণুর ওজন}}{n \text{ সংখ্যক হাইড্রোজেন অণুর ওজন}} \\ &= \frac{1 \text{টি গ্যাসের অণুর ওজন}}{1 \text{টি হাইড্রোজেন অণুর ওজন}} \\ &= \frac{\text{গ্যাসের আণবিক ওজন বা } M}{2 \text{টি হাইড্রোজেন পরমাণুর ওজন}} \\ &= \frac{\text{গ্যাসের আণবিক ওজন বা } M}{2} \quad [\because \text{হাইড্রোজেনের পারমাণবিক ওজন}=1] \end{aligned}$$

অতএব, M , (বা গ্যাসের আণবিক ওজন) $= 2 \times D = 2 \times$ বাষ্প ঘনত্ব।

(III) গ্যাসের গ্রাম-আণবিক ওজনের আয়তন, প্রমাণ উষ্ণতা ও চাপে, 22'4 লিটার।

প্রমাণ উষ্ণতা ও চাপে (N. T. P) যে-কোন একটি গ্যাসের 22'4 লিটার আয়তন লইয়া পরীক্ষায় ইহার প্রকৃত ওজন মাপা হইল।

ধরা যাক, গ্যাসটি হাইড্রোজেন। প্রকৃত পরীক্ষায় দেখা যায়, N. T. P তে ইহার 22.4 লিটার আয়তনের ওজন 2 গ্রাম। এখন, হাইড্রোজেনের আণবিক ওজন 2। অতএব, হাইড্রোজেনের গ্রাম আণবিক ওজনের আয়তন 22.4 লিটার।

এখন অন্য যে কোন একটি গ্যাসের অল্পরূপ উষ্ণতা ও চাপে 22.4 লিটার লইলে, উহারও একটি ওজন পাওয়া যাইবে। ধরা যাক, এই ওজন = W গ্রাম।

22.4 লিটার আয়তনের হাইড্রোজেনে যদি n সংখ্যক অণু থাকে, একই উষ্ণতা ও চাপে 22.4 লিটার আয়তনের অন্য গ্যাসটিতেও n সংখ্যক অণু থাকিবে (অ্যাভোগাড্রো প্রকল্প)।

$$\text{অতএব, } \frac{n \text{ সংখ্যক গ্যাসের অণুর ওজন}}{n \text{ সংখ্যক হাইড্রোজেন অণুর ওজন}} = \frac{W_1 \text{ গ্রাম}}{2 \text{ গ্রাম}}$$

$$\frac{n \times \text{গ্যাসের 1টি অণুর ওজন}}{n \times \text{হাইড্রোজেনের 1টি অণুর ওজন}} = \frac{W_1}{2}$$

[W_1 গ্রাম ও 2 গ্রাম দুইটিই পরীক্ষালব্ধ ফল]

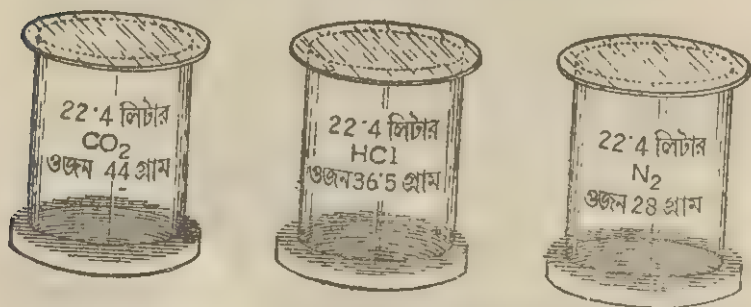
বাপ-ঘনত্বের সংজ্ঞানুসারে সমীকরণের বামদিক = বাপ ঘনত্ব = D

$$\therefore D = \frac{W_1}{2}$$

আবার, পূর্বে, প্রমাণ করা হইয়াছে $D = \frac{M}{2}$ [M = আণবিক ওজন]

$$\therefore \frac{M}{2} = \frac{W_1}{2} \text{ বা } M = W_1$$

অর্থাৎ নির্ধারিত ওজন W_1 বাহাই হউক, উহা গ্যাসটির আণবিক ওজন M -এর সমান হইবে বা নির্ধারিত W_1 গ্রাম ওজন = গ্রাম-আণবিক ওজন।



চিত্র নং ৪.৬

সুতরাং প্রমাণ উষ্ণতা ও চাপে 22.4 লিটার আয়তনের যে কোন গ্যাসের ওজন, উহার গ্রাম অণুর ওজনের সমান।

উদাহরণ : প্রমাণ উষ্ণতা ও চাপে,

22.4 লিটার কার্বন ডায়ক্সাইড গ্যাসের ওজন = 44 গ্রাম

22.4 লিটার হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড গ্যাসের ওজন = 36.5 গ্রাম

22.4 লিটার নাইট্রোজেনের ওজন = 28 গ্রাম

উপরিউক্ত সিদ্ধান্তগুলি ছাড়াও, অ্যাভোগাড্রো প্রকল্পের প্রত্যক্ষ সাহায্যে

- যৌগিকের আণবিক ওজন নির্ণয় করা যায়,
- পরমাণুর, পারমাণবিক ওজন নির্ণয় করা যায়,
- যৌগিকের আণবিক সংকেত নির্ণয় করা যায়,
- যে-কোন মোল বা যৌগে, একটি নির্দিষ্ট ওজনের মধ্যে পরমাণু বা অণুর

সংখ্যা নির্ণয় করা যায়।

উদাহরণ 1. ধরা যাক স্ট্রিমের অণুর গঠন অজ্ঞাত। ইহার বাষ্প ঘনত্ব = 9. অতএব পূর্বালোচিত সিদ্ধান্ত অনুযায়ী, ইহার আণবিক ওজন = $2 \times 9 = 18 \text{ a.m.u.}$

ধরা যাক, স্ট্রিমের অণুর সংকেত H_xO_y , অর্থাৎ ইহাতে x সংখ্যক H পরমাণু (পারমাণবিক ওজন $H = 1 \text{ a.m.u.}$) এবং y সংখ্যক O পরমাণু (পারমাণবিক ওজন $O = 16 \text{ a.m.u.}$) আছে।

$$\therefore x \text{ সংখ্যক H পরমাণুর ওজন} + y \text{ সংখ্যক O পরমাণুর ওজন} \\ = 1 \text{ টি স্ট্রিম অণুর ওজন}$$

$$\text{বা } x \times 1 \text{ a.m.u.} + y \times 16 \text{ a.m.u.} = 18 \text{ a.m.u.}$$

সহজেই বুঝা যায়, $x = 2$ এবং $y = 1$ হইলে তবেই সমীকরণটির সমাধান সম্ভব (x এবং y অবশ্যই পূর্ণ সংখ্যা হইতে হইবে, কারণ পরমাণু অবিভাজ্য।)

অতএব, স্ট্রিমের অণু-সংকেত H_2O ।

উদাহরণ 2. ধরা যাক ক্লোরিনের পারমাণবিক ওজন অজ্ঞাত। পরীক্ষায় দেখা গেল, ইহার বাষ্প ঘনত্ব = 35.5। অতএব, $M = 2 \times D$ অনুসারে ক্লোরিনের আণবিক ওজন = $2 \times 35.5 = 71$.

এখন হাইড্রোজেন ও অক্সিজেনের ত্রায় ক্লোরিন ও মোল গ্যাস বলিয়া, উহার অণু দ্বি-পরমাণুক। (পূর্বে প্রমাণিত)

অতএব ক্লোরিনের আণবিক ওজন = ক্লোরিনের 2টি পরমাণুর ওজন

$$\text{বা, } 71 = \text{ক্লোরিনের 2টি পরমাণুর ওজন}$$

$$\therefore \text{ক্লোরিনের পারমাণবিক ওজন} = \frac{71}{2} = 35.5 \text{ a.m.u.}$$

মৌলের পারমাণবিক ওজন ও ক্যান্নিজারো পদ্ধতি : অ্যাভোগাড্রো প্রকল্পের অনুসরণে, নানা যোগ হইতে একটি পারমাণবিক ওজনের নির্ণয়ে ক্যান্নিজারো (Cannizaro) একটি বিশেষ পদ্ধতি গ্রহণ করেন। এই পদ্ধতিটির নীতি হইল, দুইটি মোল হইতে উৎপন্ন বহুসংখ্যক যৌগের প্রতিটির 1 গ্রাম-অণুতে,

একটি মোলের যে সর্বনিম্ন ওজন (গ্রামে) পাওয়া যায়, ঐ সংখ্যাটিই মোলের পারমাণবিক ওজন। যথা, নাইট্রোজেন ও অক্সিজেন মোল দুইটির নানা যোগের বিশ্লেষণের পরীক্ষাকল :

যোগ	1 গ্রাম-অণু যোগে নাইট্রোজেনের পরিমাণ (গ্রামে)	নাইট্রোজেনের সর্বনিম্ন ওজন (গ্রামে)
ডাইনাইট্রোজেন মনোক্সাইড	28	
নাইট্রোজেন অক্সিজেন	14	
ডাইনাইট্রোজেন ট্রাইক্সাইড	28	14
নাইট্রোজেন ডায়ক্সাইড	14	
ডাইনাইট্রোজেন পেন্টক্সাইড	28	

অতএব, নাইট্রোজেনের পারমাণবিক ওজন = 14 a. m. u.

আ্যভোগাড্রো প্রকল্পের অবদান ও গুরুত্ব :

উনবিংশ শতাব্দীর রসায়ন বিজ্ঞানের যে অগ্রগতি, সেই অগ্রগতিতে আ্যভোগাড্রো প্রকল্পের অবদান ও গুরুত্ব অপরিমিত। যদিও ডাল্টনের পরমাণুবাদই যথার্থ বৈজ্ঞানিক ভিত্তিতে ও পরীক্ষার ভিত্তিতে প্রথম পরমাণুর কল্পনাকে প্রতিষ্ঠিত করিয়া, রাসায়নিক সংযোগস্থরগুলির একটি যুক্তিসহ ব্যাখ্যা উপস্থাপিত করিয়াছিল, তথাপি ডাল্টনের পরমাণুবাদে নানা ত্রুটি ও সীমাবদ্ধতা ছিল।

যেমন, ডাল্টনের পরমাণুবাদ—মোল ও যোগের অস্থিম কণাগুলির যথার্থ স্থষ্টিপার্ধ্যক্য নির্দেশ করে নাই। ডাল্টনায় তত্ত্ব, গে লাসাকের গ্যাসীয়তন সূত্রের ব্যাখ্যা নির্দেশে ব্যর্থ হয়। ডাল্টনীয় তত্ত্বের ভিত্তিতে গণিত অনেক মোলের পারমাণবিক ওজন, পরে যথার্থ নয় বলিয়া দেখা যায়।

আ্যভোগাড্রো প্রকল্প, প্রথম ‘অণু’র ধারণাটিকে প্রতিষ্ঠিত করে। ‘মোলের অণু’ ও ‘যোগের অণু’র ধারণাকে স্বচ্ছ করে। আ্যভোগাড্রো প্রকল্পের ভিত্তিতে নানা অল্পসিদ্ধান্ত, যেমন মোল গ্যাসের অণু* দ্বি-পরমাণুক, গ্যাসের আণবিক ওজন উহার বাষ্প ঘনত্বের দ্বিগুণ, গ্যাসের গ্রাম আণবিক আয়তন N. T. P. তে 22.4 লিটার ইত্যাদি, এগুলি প্রত্যক্ষভাবে তাত্ত্বিক ও বিশ্লেষণী রসায়নে প্রকৃত অগ্রগতির সহায়ক হয়। আ্যভোগাড্রো প্রকল্পের আরেকটি গুরুত্বপূর্ণ অবদান—গ্রাম পরমাণু ও গ্রাম-অণুতে বর্তমান পরমাণু ও অণুর সংখ্যা, বা আ্যভোগাড্রো সংখ্যার, বা মোলের অবতারণা। আ্যভোগাড্রো সংখ্যা আধুনিক রসায়নের গণনায় এখন অপরিহার্য। আ্যভোগাড্রো সংখ্যা—ভৌত রসায়নের নানা ক্ষেত্র, যেমন তেজস্ক্রিয়তা, কোলয়েড, পারমাণবিক ওজন ইত্যাদির ক্ষেত্রেও গুরুত্বপূর্ণ অবদানে বিশিষ্ট ভূমিকা গ্রহণ করে।

* নিষ্ক্রিয় গ্যাসগুলির অণু ব্যতিক্রম।

অ্যাভোগাড্রো প্রকল্পই, মোলের পারমাণবিক ওজন ও মোলের আণবিক ওজন, নির্ভুলভাবে নির্ণয় সম্ভব করে।

অ্যাভোগাড্রো প্রকল্পই ডাল্টনের পরমাণুবাদকে পরিমাপিত করিয়া দৃঢ়তর ভূমিতে প্রতিষ্ঠিত করে।

অ্যাভোগাড্রো সংখ্যা ও মোলের ধারণা (Avogadro's number and Mole concept)

অ্যাভোগাড্রো প্রকল্প হইতে জানা যায়, 1 গ্রাম-অণু যে কোন গ্যাসের আয়তন, প্রমাণ উষ্ণতা ও চাপে, 22.4 লিটার ; বা, প্রমাণ উষ্ণতা ও চাপে 22.4 লিটার যে কোন গ্যাসের ওজন, গ্যাসটির 1 গ্রাম অণুর ওজনের সমান।

এখন দেখা যায় যে, প্রমাণ উষ্ণতা ও চাপে—

22.4 লিটার কার্বন ডায়ক্সাইড গ্যাসের ওজন = 44 গ্রাম

22.4 লিটার অ্যামোনিয়া গ্যাসের ওজন = 17 গ্রাম

22.4 লিটার হাইড্রোজেন গ্যাসের ওজন = 2 গ্রাম

22.4 লিটার অক্সিজেনের গ্যাসের ওজন = 32 গ্রাম

অ্যাভোগাড্রো প্রকল্প অনুসারে, যে কোন গ্যাসের একই উষ্ণতা ও চাপে, সম-আয়তনে সম-সংখ্যক অণু থাকে। অতএব, 22.4 লিটার পূর্বোক্ত প্রতিটি গ্যাসের আয়তনে একই সংখ্যক অণু থাকিবে।

অতএব n সংখ্যক কার্বন ডায়ক্সাইডের অণুর ওজন = 44 গ্রাম

n সংখ্যক অ্যামোনিয়ার অণুর ওজন = 17 গ্রাম

n সংখ্যক হাইড্রোজেন অণুর ওজন = 2 গ্রাম

n সংখ্যক অক্সিজেনের অণুর ওজন = 32 গ্রাম।

44 গ্রাম কার্বন ডায়ক্সাইড, বা 17 গ্রাম অ্যামোনিয়া বা 2 গ্রাম হাইড্রোজেন বা 32 গ্রাম অক্সিজেনের যেতদু ওজনগুলি নির্দিষ্ট, অতএব প্রতিটি ক্ষেত্রেই মাত্র একটি নির্দিষ্ট সংখ্যক অণুই বর্তমান থাকিয়া পূর্বোক্ত ওজনগুলি দিবে। মনে করা যাক, কোন পরোক্ষ উপায়ে, হাইড্রোজেনের ক্ষেত্রে— 2 গ্রাম হাইড্রোজেনে বর্তমান পরমাণুর সংখ্যাটি (n) নির্ণয় করিয়া দেখা গেল, সংখ্যাটি 6.02×10^{23} । অতএব, 44 গ্রাম কার্বন ডায়ক্সাইডে, 17 গ্রাম অ্যামোনিয়াতে, 32 গ্রাম অক্সিজেনে অণুর সংখ্যাও প্রতিটি ক্ষেত্রে অবশুই 6.02×10^{23} হইবে।

অতএব, 6.02×10^{23} এই সংখ্যাটি একটি নিত্য সংখ্যা। এই সংখ্যাটিকে, অ্যাভোগাড্রো সংখ্যা (Avogadro's number) বলা হয়।

1 গ্রাম-অণু যে কোন যৌগ পদার্থে যে সংখ্যক অণু থাকে বা 1 গ্রাম-পরমাণু যৌগ পদার্থে যে সংখ্যক পরমাণু থাকে, তাকে অ্যাভোগাড্রো

সংখ্যা বলা হয়। ইহা একটি নিত্য সংখ্যা এবং ইহার পরিমাণ 6.02×10^{23} ।

অ্যাভোগাড্রো সংখ্যা একটি গুরুত্বপূর্ণ রাসায়নিক নিত্য সংখ্যা এবং নানা রাসায়নিক গণনার ক্ষেত্রে ইহা অপরিহার্য। এই সংখ্যাটির প্রকৃত মান—তেজস্ক্রিয়তার পরীক্ষা ও নানা ভৌত রাসায়নিক পরীক্ষার সাহায্যে জানা যায়।

অ্যাভোগাড্রো সংখ্যাকে, অল্প একটি সংজ্ঞাও দেওয়া হইয়াছে। ইহাকে মোল (mole) বলা হয়। মোল কথাটির অর্থ 'স্তম্ভ' বা একত্র সমাহার। 'অ্যাভোগাড্রো সংখ্যক অণু বা পরমাণুর একটি মিলিত স্তম্ভ'কে একত্রে বুঝাইতে, সাধারণত রসায়নে মোল কথাটি ব্যবহার করা হয়।

1 মোল অণু বলিতে, 6.02×10^{23} অণুর সমষ্টি বুঝায়। 1 মোল টাকা অর্থে, 6.02×10^{23} সংখ্যক টাকা বুঝায়। এইভাবে যে কোন বস্তুর গণনায় মোল শব্দটি ব্যবহারযোগ্য। বস্তুত, 'মোল'—গণনার একটি একক।

তুলনায় বলা যায়, আমরা যেমন ডজন, কুড়ি, শত এইভাবে সমষ্টি ধরিয়া নানা বস্তুর লেনদেন করি, তেমনি অণু-পরমাণুর লেনদেন যে সমষ্টি ধরিয়া হয়, সেই সমষ্টিকে মোল বলা হয়। মোল-পদ্ধতি রাসায়নিক গণনার একটি বিশেষ পদ্ধতি।

মোলের ধারণায়, মনে রাখা প্রয়োজন,—

- 6.02×10^{23} এই সংখ্যাটি মোল।
- 1 মোল অণুর ওজন, পদার্থের গ্রাম-আণবিক ওজনের সমান ; অর্থাৎ
1 গ্রাম-মোল = 1 গ্রাম-অণু = আণবিক ওজন (গ্রামে)

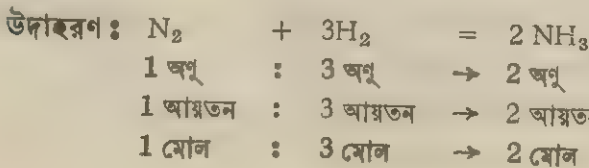
[1 gm.-mole = 1 gm.-molecule = molecular wt. (in gms.)]

● প্রমাণ উষ্ণতা ও চাপে, 22.4 লিটার গ্যাসে, 1 মোল অণু (বা পরমাণু) থাকে।

● একই উষ্ণতা ও চাপে সম-আয়তন গ্যাসে সমসংখ্যক মোল অণু বা পরমাণু থাকে।

● রাসায়নিক বিক্রিয়ার কালে পদার্থগুলি নির্দিষ্ট ওজনের অনুপাতে বিক্রিয়া করে ; অথ অর্থে, পদার্থগুলি নির্দিষ্ট মোল সংখ্যার অনুপাতে বিক্রিয়া করে।

গ্যাস-ঘটিত বিক্রিয়াগুলিতে রাসায়নিক সমীকরণ অনুযায়ী যে সংখ্যায় আয়তনগুলি বিক্রিয়ায় অংশ গ্রহণ করে, সোজাহুজি ঐ সংখ্যাগুলি উহাদের বিক্রিয়াকারী মোলের সংখ্যাও সূচিত করে।



গাণিতিক উদাহরণ

(1) প্রমাণ উষ্ণতা ও চাপে (N.T.P) কোনো গ্যাসের এক লিটারের ওজন 1.234 গ্রাম। এই গ্যাসটির আণবিক ওজন কত ?

N.T.P' তে 1 লিটার গ্যাসের ওজন 1.234 গ্রাম

$$\therefore \quad \begin{array}{ccccccc} & & 22.4 & & & & 22.4 \times 1.234 \\ \therefore & & & & & & \\ & & & & & & = 27.6416 \text{ গ্রাম} \end{array}$$

অতএব গ্যাসটির আণবিক ওজন = 27.6416

(2) 0.05 গ্রাম ওজনের এক ফোঁটা জলে, কতগুলি জলের অণু আছে ?

1 গ্রাম অণু জল = 18 গ্রাম

18 গ্রাম জলে অণুর সংখ্যা = 6.023×10^{23}

$$\therefore \quad 0.05 \text{ " " " " } = \frac{6.023 \times 10^{23}}{18} \times 0.05$$

বা 1.673×10^{21}

(3) 0.90 গ্রাম জলে, কতগুলি অক্সিজেন পরমাণু আছে ? [W.B H.S, 1978]
জলের সংকেত H_2O

1 গ্রাম অণু জলে 2 গ্রাম পরমাণু হাইড্রোজেন ও 1 গ্রাম পরমাণু অক্সিজেন আছে,

\therefore 18 গ্রাম জলে—1 গ্রাম পরমাণু অক্সিজেন আছে

বা, 18 গ্রাম জলে— 6.023×10^{23} অক্সিজেন পরমাণু আছে

$$\text{অতএব } 0.90 \text{ " " } \frac{6.023 \times 10^{23}}{18} \times 0.90 \text{ " " " "}$$

বা, 3.01×10^{22} " " "

(4) কোন পদার্থের আণবিক ওজন 100। গ্যাসীয় অবস্থায়, N.T.P' তে, এই পদার্থের 5 গ্রামের আয়তন কত ?

পদার্থটির গ্রাম অণু = 100 গ্রাম

100 গ্রাম পদার্থের N.T.P' তে আয়তন = 22400 মি. মি

$$\therefore \quad 5 \text{ " " " " } = \frac{22400}{100} \times 5 \text{ মি. মি.}$$

বা, 1120 মি. মি.

(5) একটি হাইড্রোজেন পরমাণুর ওজন কত ? [হাইড্রোজেনের পারমাণবিক ওজন = 1.008]

হাইড্রোজেনের গ্রাম-পরমাণু—1.008 গ্রাম

1 গ্রাম পরমাণুতে 6.023×10^{23} পরমাণু থাকে

\therefore 6.023×10^{23} হাইড্রোজেন পরমাণুর ওজন 1.008 গ্রাম

$$\therefore \quad \begin{array}{ccccccc} & & 1 \text{ টি} & & & & 1.008 \\ & & & & & & \\ & & & & & & 6.023 \times 10^{23} \end{array}$$

= 1.673×10^{-24} গ্রাম।

- (6) 2.5 মোল CO_2 গ্যাসের ওজন কত ?
 CO_2 গ্যাসের আণবিক ওজন = $12 + 2 \times 16 = 44$.
 CO_2 গ্যাসের গ্রাম অণু = 44 গ্রাম
 44 গ্রাম CO_2 গ্যাসে, 6.023×10^{23} CO_2 -এর অণু থাকে

বা, 44 " " " 1 মোল " " " "

বা, 1 মোল CO_2 এর ওজন = 44 গ্রাম

∴ 2.5 " " " " = 2.5×44 বা 110 গ্রাম।

- (7) এক লিটার বিশুদ্ধ জলে কত মোল H_2O আছে ? [I.I.T.]

1 সি.সি. জলের ওজন = 1 গ্রাম

∴ 1000 " " " = 1×1000 , বা, 1000 গ্রাম

1 গ্রাম অণু জল = 18 গ্রাম

18 গ্রাম জলে, 1 মোল H_2O অণু থাকে

∴ 1000 গ্রাম জলে, $\frac{1000}{18}$ বা 55.55 মোল H_2O অণু থাকে।

অনুশীলনী

1. অণুর সংজ্ঞা কি? অণু ও পরমাণুর ধারণা প্রথম কে কিভাবে উপস্থাপন করেন। অণু ও পরমাণুর পার্থক্যবাচক কয়েকটি ধর্ম আলোচনা কর।

2. 'গ্যাসায়নতন সূত্র বাজিলিয়স ব্যাখ্যা করতে পারেন নাই।' বাজিলিয়স কিসের ভিত্তিতে এই ব্যাখ্যা করার প্রয়াস করেন? গ্যাসায়নতন সূত্রের সঠিক ব্যাখ্যা কিভাবে করা সম্ভব হইয়াছিল?

3. 'আভোগ্যাড্রো প্রকল্পের' বিবরণ লিখ। আভোগ্যাড্রো প্রকল্প যোগে গ্যাসায়নতন সূত্রের ব্যাখ্যা কর।

4. আভোগ্যাড্রো প্রকল্প বিবৃত কর। ই প্রকল্প হইতে দেখাও হাইড্রোজেনের অণু দ্বি-পরমাণুক।

[J. E. '78]

5. আভোগ্যাড্রো প্রকল্প হইতে ব্যাখ্যা কর—

(i) মৌলিক গ্যাস ক্লোরিন ও অক্সিজেনের অণু দ্বি-পরমাণুক।

(ii) গ্যাসের আণবিক ওজন উহার বাষ্প-ঘনত্বের দ্বিগুণ।

(iii) প্রমাণ উষ্ণতা ও চাপে গ্যাসের গ্রাম-আণবিক ওজনের আয়তন 22.4 লিটার।

6. 'আভোগ্যাড্রো প্রকল্পের' গুরুত্বপূর্ণ গবেদনগুলি আলোচনা কর।

7. 'মোল' কথাটির রসায়নে কি অর্থে ব্যবহৃত হয়? প্রমাণ উষ্ণতা ও চাপে 1 গ্রাম-অণু গ্যাসে কত

মোল গ্যাস অণু থাকে? [Ans : 1:মোল]

8. এক মোল অক্সিজেন পরমাণু 1 মোল নাইট্রোজেন অণু ও এক মোল আমোনিয়াম আয়ন (NH_4^+) বলিতে, যথাক্রমে কি বুঝায়?

9. নিম্নলিখিত শূন্যস্থানগুলি পূর্ণ কর :

(i) যৌগের অস্তিম্ব কণা — কিন্তু মৌলের অস্তিম্ব কণা —।

(ii) এক গ্রাম অণু যৌগে — সংখ্যক অণু থাকে, এবং এক গ্রাম পরমাণু মৌলে — সংখ্যক পরমাণু থাকে।

- (iii) নিষ্ক্রিয় গ্যাসের অণুগুলি একপরমাণুক (monatomic); নিষ্ক্রিয় গ্যাসের বাষ্পঘনত্ব উহার পারমাণবিক ওজন — ।
- (iv) অক্সিজেনের আণবিক ওজন — , কিন্তু এক অণু অক্সিজেনের ওজন — ।
- (v) হাইড্রোজেনের অণু (H_2) দুইটি পরমাণু যোগে গঠিত; কিন্তু আমোনিয়ার অণু (NH_3) চারটি পরমাণু যোগে গঠিত; N. T. P'তে এক গ্রাম-অণু হাইড্রোজেনের আয়তন — ; N. T. P'তে এক গ্রাম-অণু আমোনিয়ার আয়তন — ।

10. প্রমাণ উষ্ণতা ও চাপে 1 মি. মি. অক্সিজেনে কতগুলি অক্সিজেন অণু থাকে? 1টি অক্সিজেন পরমাণুর প্রকৃত ওজন কি? [I. I. T.—76, [Ans: 2.68×10^{19} অণু; 2.65×10^{-23} গ্রাম]

11. একটি পুস্তর পোলকের ওজন 1 কিলোগ্রাম, পৃথিবীর ওজন 6×10^{27} গ্রাম। পৃথিবীকে ওজন করিতে ঐক্লপ পুস্তর পোলক কত মোল লাগবে? [Ans: 10 মোল]

12. (i) 1 মোল নাইট্রিক অ্যাসিড অণুর মধ্যে কত মোল অক্সিজেন পরমাণু আছে? [Ans: 3 মোল]

(ii) 1 মোল সালফিউরিক অ্যাসিড অণুর মধ্যে কত মোল অক্সিজেন পরমাণু আছে? [Ans: 4 মোল]

(iii) 40 গ্রাম H_2SO_4 অর্থে কত মোল সালফিউরিক অ্যাসিড? [Ans: 0.5 মোল]

(iv) 9.0 গ্রাম অ্যান্থ্রানিয়ামে কত মোল অ্যান্থ্রানিয়াম-পরমাণু আছে? [Ans: 1/8 মোল]

(v) 0.81 গ্রাম অয়রনে কত মোল অয়রন পরমাণু আছে? [Ans: 0.01487 মোল]

13. কোন পরীক্ষার জল, আমোনিয়া ও হাইড্রোজেন ক্লোরাইড প্রত্যেকটির 10 গ্রাম ওজন লওয়া হইল; মোল অনুপাতে পদার্থগুলি যথাক্রমে কত কত মোল লওয়া হইল? [Ans: 0.55 মোল; 0.58 মোল; 0.27 মোল]

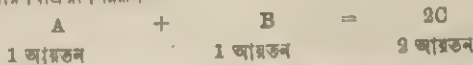
14. একই উষ্ণতা ও চাপে 1 লিটার ক্লোরিন, সম-আয়তন অক্সিজেন অপেক্ষা 2.23 গুণ ভারী। ক্লোরিনের আণবিক ওজন নির্ণয় কর। [Ans: 71]

15. নিম্নলিখিত পদার্থগুলির বাষ্প ঘনত্ব কি?

- (i) অক্সিজেন (ii) ক্লোরিন (iii) সালফার ডায়কসাইড (iv) কার্বন মনোকসাইড
(v) হাইড্রোজেন ক্লোরাইড [Ans: (i) 16 (ii) 35.5 (iii) 32 (iv) 14 (v) 18.25]

16. ধরা যাক একটি মোল A'র পারমাণবিক ওজন 12.01 এবং অপর একটি মোল B'র পারমাণবিক ওজন 35.5। যদি 1 মোল A, 4 মোল B'র সহিত যুক্ত হইয়া 1 মোল X যোগ উৎপন্ন করে তাহা হইলে X যোগের 1 মোলের ওজন কত? [Ans: 164.01]

17. একটি গ্যাসীয় বিক্রিয়া নিম্নরূপ—



যদি A'র অণু পরমাণু সংখ্যা X হয়, B'র অণু পরমাণু সংখ্যা Y হয় এবং C'র অণু পরমাণু সংখ্যা Z হয়, প্রমাণ কর—

- (i) X জোড় সংখ্যা হইলে Y-ও জোড় সংখ্যা হইবে।
(ii) X বিজোড় সংখ্যা হইলে Y-ও বিজোড় সংখ্যা হইবে।

18. পৃথিবীর লোক সংখ্যা তিনশত কোটি। প্রত্যেককে এক টাকা করিয়া বণ্টন করিয়া দিতে হইলে, মোট কত মোল টাকা প্রয়োজন? [Ans: 5×10^{-10} মোল টাকা (গ্রাম)]

19. (i) 0.6 মোল ফসফিন (PH_3), কত গ্রাম ফসফিন আছে?

(ii) 0.15 মোল PH_3 -তে কত মোল P পরমাণু ও কত মোল H পরমাণু আছে?

(iii) 0.2 মোল PH_3 -তে কত গ্রাম P এবং কত গ্রাম H আছে?

(iv) 0.5 মোল PH_3 -তে কত সংখ্যক PH_3 অণু আছে?

(v) 0.25 মোল PH_3 -তে কতগুলি P এবং কতগুলি H পরমাণু আছে?

[Ans: (i) 20.4 গ্রাম; (ii) 0.15, 0.45; (iii) 6.4 গ্রাম, 0.6 গ্রাম; (iv) 3×10^{23} ,
(v) 1.5×10^{23} , 4.5×10^{23}]

20. একটি অজ্ঞাত সংকেত যৌগের 1 অণুর ওজন 3.27×10^{-23} গ্রাম, যৌগটির আণবিক ওজন কি ?
[Ans : 196.9]
21. (i) 0.90 গ্রাম জলের মধ্যে অক্সিজেনের পরমাণুর সংখ্যা কত ?
[W. B. H. S. '78] [Ans : 3.01×10^{23}]
(ii) 0.50 গ্রাম জলের মধ্যে কত অণু জল বর্তমান ?
[W. B. H. S. (Voc.) '78] [Ans : 1.58×10^{23}]
(iii) 0.3175 গ্রাম কপারের মধ্যে কতগুলি কপারের পরমাণু আছে ?
[Ans : 3.01×10^{23} পরমাণু]
22. (i) 0.50 গ্রাম পরমাণু Cu (ii) 1.0×10^{23} পরমাণু Cu (iii) 0.635 গ্রাম কপার—এই তিনটি ক্ষেত্রের কোনটিতে সর্বাধিক সংখ্যক পরমাণু আছে ?
[Ans : প্রথম ক্ষেত্রে]
23. (i) প্রমাণ চাপ ও তাপে 10 লিটার CO_2 গ্যাস (ii) 1 গ্রাম অণু CO_2 এবং (iii) 1.1×10^{23} অণু CO_2 গ্যাস—এই তিনটি ক্ষেত্রের কোনটিতে সর্বাধিক কয় সংখ্যক অণু আছে ?
[Ans : তৃতীয় ক্ষেত্রে]
24. (i) এক অণু জলের আয়তন কত ? (জলের ঘনত্ব 1 গ্রাম/সি. মি.)
(ii) জলের মধ্যে একটি অক্সিজেন পরমাণুর ব্যাস কত ? (অক্সিজেন পরমাণু জলের আয়তনের অর্ধেক অংশ অধিকার করে)
[Ans : (i) 2.99×10^{-23} মি. লি. , (ii) 3.056×10^{-8} সে. মি.]
25. N. T. F'তে 1 গ্রাম হাইড্রোজেনের আয়তন কত এবং এং এ আয়তনে কতগুলি হাইড্রোজেনের অণু আছে ? [H. S. 1972]
[Ans : 11.2 লিটার , 2.68×10^{23}]

প্রতীক বা চিহ্ন (Symbol)

কোন বস্তু বা প্রক্রিয়াকে সংক্ষেপিতরূপে প্রকাশ করার জন্য প্রতীকের ব্যবহার দীর্ঘকাল হইতেই প্রচলিত আছে। সহজ এবং দ্রুত লিখনের জন্যই প্রতীকের ব্যবহার প্রয়োজন। যেমন গণিতে—সাংকেতিক চিহ্নগুলি $+$, $-$, \times , \div , এগুলি বিশেষ গাণিতিক প্রক্রিয়ার সংক্ষেপিত প্রতীক। আমরা নাম মই করার সময় বা মনোগ্রাফে আমাদের নাম কয়েকটি অক্ষরে সংক্ষেপিত করি। রসায়নেও নানা মৌলের ও যৌগের উল্লেখ, ব্যবহারিক স্থবিধা ও দ্রুত লিখনের জন্য উহাদের সংক্ষেপিত রূপ প্রয়োজন হয়।

একটি মৌলের পূর্ণ নামের যে সংক্ষেপিত রূপ, উহাকে তাহার ‘রাসায়নিক প্রতীক’ (Chemical Symbol) বলা হয়। এই প্রতীকগুলি—পৃথিবীর সব মত্রে বেশেই আন্তর্জাতিক রূপে গৃহীত।

● মৌলের প্রতীকরূপে, উহার ইংরাজী নামের আদ্যক্ষরই প্রধানত গৃহীত হয় এবং উহাদের ইংরাজী বড় অক্ষরে (capital letter) প্রকাশ করা হয়। যেমন, হাইড্রোজেনের (Hydrogen) প্রতীক H; অক্সিজেনের (Oxygen) প্রতীক O; ইউরেনিয়ামের (Uranium) প্রতীক U ইত্যাদি। এই পদ্ধতি 1811 সালে প্রথম প্রস্তাব করেন সুইডিস বিজ্ঞানী বার্জিলিয়স।

● যেখানে দুই বা ততোধিক মৌলের নাম একটি ইংরাজী অক্ষর দ্বারা শুরু হয়, তখন একটি মৌলের নাম ঐ আদ্যক্ষর দ্বারা সূচিত করা হয় এবং অন্য মৌলগুলির বেলগ ঐ আদ্যক্ষরের সহিত আরো একটি অক্ষর (যেটি, উচ্চারণে আদ্যক্ষরের পরই ধ্বনিগত দিক দিয়া অংশ গ্রহণ করে) যোগ করিয়া উহাদের প্রতীক সৃষ্টি হয়। যেমন, ক্যালসিয়াম (Calcium), ক্রোমিয়াম (Chromium), কোবল্ট (Cobalt), ক্যাডমিয়াম (Cadmium), সিসিয়াম (Cesium), সেরিয়াম (Cerium), সব মৌলগুলিরই নামের শুরু—ইংরাজী C অক্ষর দিয়া। এখানে পূর্বোক্ত নিয়ম অনুসারে মৌলগুলির নামের প্রতীক যথাক্রমে—Calcium—Ca, Chromium—Cr, Cobalt—Co, Cadmium—Cd, Cesium—Cs এবং Cerium—Ce।

● অনেক সময় ইংরাজী নামের পরিবর্তে মৌলের প্রাচীন ল্যাটিন নামকেই গ্রহণ করিয়া, সেই অনুসারে মৌলের সংকেত স্থচনা করা হয়; যেমন, কপার (Cuprum) Cu, লৌহ (Ferrum) Fe, পটাশিয়াম (Kalium) K, সোডিয়াম (Natrium) Na, লেড (Plumbum) Pb, মার্কারি (Hydrargium) Hg, সিলভার (Argentum) Ag, গোল্ড (Aurum) Au, টিন (Stannum) Sn।

● প্রতীক কেবলমাত্র মোলের সংক্ষেপিত নামই প্রকাশ করে না, উহা গুণগত (qualitative) ও মাত্রাগত (quantitative) অর্থও প্রকাশ করে। শুধু H লিখিলে, গুণগত অর্থে ইহা হাইড্রোজেনের একটি পরমাণু বুঝায়; পরিমাণগত অর্থে, ইহা হাইড্রোজেনের পারমাণবিক ওজন বা 1 ভাগ হাইড্রোজেনও বুঝায়।

● প্রতীকের সহিত বামে পূর্ণ সহগ যোগ করিলে উহা সেই সংখ্যক মোলের পরমাণু বুঝায়; যেমন H অর্থে 1 পরমাণু হাইড্রোজেন, 2H অর্থে দুই পরমাণু হাইড্রোজেন বুঝায়।

● প্রতীকের দক্ষিণে, নিম্নে সংখ্যা যোগ করিলে উহা অণুর মধ্যে বর্তমান পরমাণু সংখ্যা বুঝায়। যেমন H₂ অর্থে অণুর মধ্যে বর্তমান দুইটি হাইড্রোজেনের পরমাণু বুঝায়। 4P অর্থে চারিটি ফসফোরাস পরমাণু, কিন্তু P₄ অর্থে চারিটি ফসফোরাস পরমাণুযুক্ত একটি ফসফোরাসের অণু।

উপরোক্ত আলোচনা অনুসারে, মোলের ইংরাজী বা ল্যাটিন নামের আঙ্কাফর বা আঙ্কাফরের সহিত আরো একটি অক্ষর যুক্ত করিয়া মৌলটির পূর্ণ নামের যে সংক্ষেপিত রূপ, উহাকেই মোলের চিহ্ন বা প্রতীক (symbol) বলা হয়। ব্যবহারিক সুবিধা ও দ্রুত লিখনের জন্য, প্রতীক বিশেষ উপযোগী।

সংকেত বা আণবিক সংকেত (Formula or Molecular formula)

একটি পদার্থের মূল অণুর সংক্ষেপিত রূপকে উহার 'সংকেত' (Molecular formula) ঘারা প্রকাশ করা হয়। বিভিন্ন মৌল উহাদের পরমাণুর যে অল্পপাতে যৌগ পদার্থের একটি অণু গঠন করে—সংকেতে, সেই মৌলগুলি তাহাদের যথাযথ প্রতীকের সাহায্যে ও তাহাদের পরমাণুগুলি যোগে যে অল্পপাতে বর্তমান থাকে সেইগুলিকে যথাযথ সংখ্যার সাহায্যে প্রকাশ করিলে, আণবিক সংকেত পাওয়া যায়।

যেমন, জলের একটি অণুতে দুইটি হাইড্রোজেনের পরমাণু (প্রতীক H₂) এবং একটি অক্সিজেনের পরমাণু (প্রতীক O) থাকে; অতএব জলের সংকেত, বা একটি কল-অণুর সংকেত H₂O।

কষ্টিক সোডা যৌগটির অণু—সোডিয়াম (Na), অক্সিজেন (O) এবং হাইড্রোজেন (H) এই তিনটি মৌলের প্রত্যেকটির একটি করিয়া পরমাণু লইয়া গঠিত; অতএব কষ্টিক সোডার সংকেত—NaOH।

সালফিউরিক অ্যাসিডের একটি অণুতে দুইটি হাইড্রোজেন পরমাণু (H₂), একটি সালফার পরমাণু (S) ও চারিটি অক্সিজেনের পরমাণু (O₄) থাকে। অতএব ইহার সংকেত—H₂SO₄।

পদার্থের আণবিক সংকেত হইতে—

● উহার উপাদান মৌলগুলি জানা যায়;

● অণুতে উপাদান মৌলগুলির প্রত্যেকটির যে পরমাণু-সংখ্যা বর্তমান—তাহা জানা যায় ;

● যেহেতু আণবিক সংকেতে নির্দিষ্ট সংখ্যক মৌলের নির্দিষ্ট সংখ্যক পরমাণু থাকে অতএব মোট মৌলগুলির মোট পারমাণবিক ওজনের সমষ্টি হইতে আণবিক ওজন জানা যায় ; লিখিত যৌগের সংকেত, পরিমাণগত দিক দিয়া উহার আণবিক ওজন প্রকাশ করে ;

● মৌলগুলি যৌগের মধ্যে কে কি পরিমাণ ওজনে বর্তমান, তাহা জানা যায় ,

● মৌলগুলির যোজ্যতা জানা থাকিলে, আণবিক সংকেতকে ভিত্তি করিয়া অণুটির গঠনসঙ্কেত ও সংযুক্তি সংকেত (structural formula) বুঝা যায় ।

যোজ্যতা

(Valency)

পৃথিবীর যাবতীয় পদার্থ, যা আমরা দেখিয়া থাকি, তাহা 90টি দ্ব্যয়ী মৌল, বা উহাদের পারস্পরিক সম্মিলনে উৎপন্ন যৌগ পদার্থের মধ্যেই সীমাবদ্ধ। মৌলগুলি যে পরস্পর সংযুক্ত হইয়া যৌগ উৎপন্ন করে, উহার মধ্যে কতকগুলি শর্ত থাকে। যে-কোন মৌল অপর কোন মৌলের সহিত সংযুক্ত হইয়া যৌগ উৎপাদনে সক্ষম নয়। সাধারণত, অধাতু অধাতুর সহিত বা অধাতু ধাতুর সহিত মিলিত হইয়া রাসায়নিক যৌগ উৎপন্ন করে, কিন্তু ধাতু ধাতুর সহিত মিলিত হইয়া যথার্থ রাসায়নিক যৌগ উৎপন্ন করে না।* অর্থাৎ, দুইটি মৌলের মধ্যে আকর্ষণ বা রাসায়নিক আসক্তি (Chemical affinity) থাকিলে তবেই উহারা যৌগ উৎপন্ন করে। রাসায়নিক আসক্তি—মৌলগুলির নিজস্ব ধর্ম এবং উহাদের বিশেষ ইলেকট্রনীয় গঠনের (electronic structure) উপরই নির্ভর করে।†

আগাব, দুইটি মৌলের পরমাণুগুলি যে মাত্রায় পরস্পরের সহিত মিলিত হইয়া যৌগ গঠন কবে—এই মাত্রাও, যৌগভেদে বিভিন্ন হয়। যেমন, হাইড্রোজেন ও ক্লোরিন গঠনকালে, উহাদের একটি করিয়া পরমাণু যুক্ত হইয়া HCl যৌগের একটি অণু গঠন করে ; কিন্তু, হাইড্রোজেন অক্সিজেনের সহিত মিলিত হইয়া যৌগ গঠন কালে—দুইটি হাইড্রোজেন পরমাণু একটি অক্সিজেনের পরমাণুর সহিত যুক্ত হইয়া, H₂O যৌগের অণু গঠন করে। এই দুইটি উদাহরণ হইতেই বুঝা যায়—একটি Cl পরমাণুর, একটি H পরমাণুকে আকর্ষণ করিয়া নিজের সহিত যোজন করিবার যে ক্ষমতা, উহার ক্লোরাইড—একটি O পরমাণুর H পরমাণুকে আকর্ষণ করিয়া নিজের সহিত যোজন করিবার ক্ষমতা, দ্বিগুণ।

* আন্তর্ধাতব যৌগ (Intermetallic compounds) নামে এক শ্রেণীর যৌগ উহার ব্যতিক্রম।

† দ্বিতীয় পৃষ্ঠা : 1, 2, 3 অধ্যায়ে—এ পদ্যায়ে বিস্তৃত আলোচনা থাকিবে।

এই যোজন-ক্ষমতা বা যোজ্যতা, প্রতি মৌল পরমাণুরই নিজস্ব বৈশিষ্ট্য। যৌগ গঠনকালে মৌলগুলি নিজস্ব যোজ্যতা অনুসারেই, যৌগ গঠন করে। অতএব যোজ্যতার ধারণা—মৌলের ধর্ম ও যৌগের প্রকৃতি উভয় ক্ষেত্রেই বিশেষ গুরুত্বপূর্ণ।

যোজ্যতা পরিমাপের ক্ষেত্রে একটি এককের অবতারণা প্রয়োজন। এই পরিমাপের জন্য সাধারণত একটি হাইড্রোজেন পরমাণুকে একক ধরা হয়; অর্থাৎ একটি হাইড্রোজেন পরমাণুর যোজ্যতা 1 ধরিয়া লওয়া হয়। এই এককে, অন্য একটি মৌলের একটি পরমাণু, যৌগ গঠনকালে, যতগুলি সংখ্যক হাইড্রোজেন পরমাণুর সহিত যুক্ত হয়—উহাই তাহার যোজ্যতা। হাইড্রোজেন পরমাণুকে একক ধরার সুবিধা এই যে, সাধারণত যৌগগুলিতে হাইড্রোজেনের সহিত যুক্ত মৌলের পরমাণু সংখ্যা, হাইড্রোজেনের পরমাণু সংখ্যার সহিত সমান হয় বা উহা অপেক্ষা কম হয়।* সুতরাং, এই এককে নির্ধারিত যোজ্যতা পূর্বসংখ্যা হয়।

উদাহরণ :

যোজ্যতা নিরূপণ

মৌল	হাইড্রোজেনের সহিত যুক্ত যৌগ	যৌগে, মৌলের একটি পরমাণুর সহিত যুক্ত, H পরমাণুর সংখ্যা	মৌলের যোজ্যতা
Br	HBr	1	1
O	H ₂ O	2	2
S	H ₂ S	2	2
N	NH ₃	3	3
C	CH ₄	4	4

উপরোক্ত আলোচনা এবং তালিকানুসারে H, Cl, Br প্রত্যেকেরই যোজ্যতা 1 ; S, O-এর যোজ্যতা 2 ; N-এর যোজ্যতা 3 ; C-এর যোজ্যতা 4.

যে ক্ষেত্রে কোন মৌলের হাইড্রোজেন-যৌগ জানা নাই সে ক্ষেত্রে Cl-পরমাণুকে একক ধরিয়া (H-এর আপেক্ষিকে Cl-এর যোজ্যতা 1) মৌলের ক্লোরিন-যৌগ হইতে যোজ্যতা নির্ধারণ করা যায়। যেমন, কপার Cl-এর সহিত, CuCl₂ অণু গঠন করে ; অতএব, Cu-এর যোজ্যতা 2। অক্সিজেনের যোজ্যতা 2, এই অনুসারে, অনুকূলভাবে মৌলের অক্সিজেন-যৌগ হইতেও যোজ্যতা গণনা করা যায়। Al, অক্সিজেনের সহিত Al₂O₃ অণু গঠন করে ; এক্ষেত্রে 2টি Al পরমাণু, 3টি অক্সিজেন পরমাণুর সহিত

* আপাতবাতিক্রম হাইড্রোজেনিক অ্যাসিড N₃H ; বস্তুত, ইহা বাতিক্রম নয় ; ইহার গঠন N≡N=N—H.

বৃত্ত ; 3টি অক্সিজেনের মোট যোজ্যতা (হাইড্রোজেন এককে) $3 \times 2 = 6$; অতএব, প্রতি Al পরমাণুর যোজ্যতা $6 \div 2 = 3$.

মৌলের যোজ্যতা—যে বিশেষ যোগ হইতে উহার গণনা করা হইয়াছে, তাহার উপর নির্ভর করে। যোগ ভেদে, মৌলের যোজ্যতাও পৃথক হয়। কোন কোন মৌলের বেলায় উহাদের উৎপন্ন সব যোগের ক্ষেত্রেই, যোজ্যতা স্থির দেখা যায়, যেমন Na, K, F প্রভৃতির ক্ষেত্রে যোজ্যতা সর্বদাই 1, Ca, Mg, Zn, Ba ইত্যাদির ক্ষেত্রে যোজ্যতা সর্বদাই 2. Al-এর যোজ্যতা সর্বদাই 3, C-এর যোজ্যতা সর্বদাই 4. আবার কোন কোন ক্ষেত্রে একই মৌল একাধিক যোজ্যতাসম্পন্ন। যেমন, P দুইটি Cl-যোগ উৎপন্ন করে— PCl_3 এবং PCl_5 ; প্রথমটিতে P-এর যোজ্যতা 3, দ্বিতীয়টিতে P-এর যোজ্যতা 5। S-এর কয়েকটি যোগ H_2S , SO_2 , SO_3 ; এগুলিতে S-এর যোজ্যতা যথাক্রমে 2, 4 ও 6 ; অতএব, দেখা যাইতেছে, সাধারণভাবে যোজ্যতা স্থির সংখ্যা নয়, মৌল এক থাকিলেও যোগ ভেদে উহার যোজ্যতা পরিবর্তনীয়।†

যোজ্যতার নিম্নতম মাত্রা 0। কতকগুলি গ্যাসীয় মৌল আছে* যাহারা প্রচলিত রাসায়নিক যোগ পদার্থ গঠন করে না ; এগুলি নিষ্ক্রিয় (inert) এবং এগুলির যোজন ক্ষমতা শূন্য, বা যোজ্যতা 0। আবার সর্বাধিক যোজ্যতা লক্ষ্য করা যায় অসমিয়াম (Os) মৌলের ক্ষেত্রে ; ইহার যোজ্যতা 8। 0 হইতে 8, ইহাই যোজ্যতার পরিসীমা।

যোজ্যতার পরিমাণ অমুখ্যায়ী মৌলগুলিকে একযোজী (monovalent), দ্বিযোজী (bivalent), ত্রিযোজী (trivalent), ইত্যাদি শ্রেণীতে ভাগ করা হয়। এখানে কতকগুলি মৌলকে যোজ্যতা অমুখ্যায়ী শ্রেণীভুক্ত করা হইয়াছে। এই তালিকাটি বিশেষভাবে স্মরণযোগ্য ; ইহার সাহায্যে, যে কোন সময়ে বিভিন্ন মৌল সহযোগে উৎপন্ন যোগের সঠিক সংকেত লেখা যায়।

† যে সব মৌলের একাধিক যোজ্যতা থাকে, উহাদের ক্ষেত্রে অপর একটি মৌলের সহিত উৎপন্ন যোগে, প্রথম মৌলটির একাধিক যোজ্যতার কোনটি ব্যবহার্য ; এটি প্রাথমিক শিক্ষার্থীর কাছে বিভ্রান্তির সৃষ্টি করে। এ সম্বন্ধে একটি মোটামুটি নিয়ম—(1) হাইড্রোজেন বা ধাতুর (বিজারক পদার্থ) সহিত সম্মিলনে, নিম্নতম যোজ্যতা ব্যবহার্য ; যেমন, Na_2S , H_2S —S-এর নিম্নতম যোজ্যতা 2 ব্যবহার্য (2) F, Cl, O-এর (জারক পদার্থের) সহিত সম্মিলনে মৌলটির উচ্চতম যোজ্যতা ব্যবহার্য ; যেমন, SF_6 (S-এর যোজ্যতা 6), SO_2 (S-এর যোজ্যতা 6), PCl_5 (P-এর যোজ্যতা 5), P_2O_5 (P-এর যোজ্যতা 5) ইত্যাদি।

* ছয়টি গ্যাসীয় মৌল : হিলিয়াম (He), নিয়ন (Ne), আর্গন (Ar), ক্রিপটন (Kr), জেনন (Xe) ও রেডন (Rn)। এগুলিকে বিরল গ্যাস (rare gases) বা নিষ্ক্রিয় গ্যাস (inert gases) বলা হয়। যোজ্যতা শূন্য বলিয়া ইহার প্রকৃতিতে মৌলরূপে থাকে।

[সম্প্রতি নিষ্ক্রিয় গ্যাসগুলিরও কিছু কিছু যোগ প্রস্তুত করা সম্ভব হইয়াছে। এই বিষয়টি উচ্চতর রসায়নের অন্তর্ভুক্ত। সেই কারণে, বর্ণার্থে অর্থে 'নিষ্ক্রিয় গ্যাসগুলির যোজ্যতা শূন্য' এই সিদ্ধান্ত সঠিক নয়।]

মৌলবর্গের যোজ্যতা অনুযায়ী শ্রেণীবিন্যাস

যোজ্যতার ঘাতা							
1	2	3	4	5	6	7	8
H F Cl Br I	O S	B N P	C Si S	N P	S	Cl	
Na K Cu Ag Au Hg	Mg Co Ca Ni Sr Sn Ba Pb Zn Fe Cd Cr Hg Mn Cu Pt	Al Fe Cr Au As Sb Bi	Sn Pb Tl Pt	As Sb	Cr	Mn	Os

একট মৌল যোগেদে, একাধিক যোজ্যতা প্রদর্শন করিলে, উত্থাকে যোজ্যতা তালিকায়, একাধিক শ্রেণীভুক্ত করা হয়। উদাহর যথো, ধাতুর ক্ষেত্রে যে যোগে ধাতুটি নিম্নতর যোজ্যতা প্রদর্শন করে উত্থাকে ধাতুর 'আস' (ous) যোগ ও যে যোগে ধাতুটি উচ্চতর যোজ্যতা প্রদর্শন করে উত্থাকে—ইক্ (ic) যোগরূপে নামকরণ করা হয়। যেমন, তালিকা চইতে Fe-এর যোজ্যতা 2 এবং 3, এই যোজ্যতায়ুক্ত Fe-এর অক্সিডেন যৌগগুলি যথাক্রমে FeO এবং Fe₂O₃, প্রথমটিকে ফেরাস অক্সাইড (ferrous oxide) ও দ্বিতীয়টিকে, ফেরিক অক্সাইড (ferric oxide) বলা হয়। এইরূপে কিউপ্রাস-কিউপ্রিক, মার্কউরাস-মার্কউরিক, প্রাথম-প্রাথম ও স্ট্যানাস-স্ট্যানিক ইত্যাদি যৌগ পদার্থগুলি উদ্ভূত হইয়া থাকে।

মৌল পরমাণু চারিদিক অনেক ক্ষেত্রে রাসায়নিক ক্রিয়া-বিক্রিয়ায় এবং যৌগ উৎপাদনে পরমাণুগুচ্ছ, বা যৌগাংশ, বা মূলক (radicals) অংশ গ্রহণ করে। রাসায়নিক ক্রিয়া-বিক্রিয়ার কালে এই পরমাণুগুচ্ছটি অটুট থাকে এবং ইহাদেরই একটি নির্দিষ্ট যোজন-কক্ষ বা যোজ্যতা দেখা যায়। একযোজী অধাতু H, বা Cl অথবা একযোজী ধাতু Na প্রভৃতির একক পরমাণু, ইহাদের যোজ্যতা নিকটবর্ত করিয়া এগুলিকেও যৌগের স্থায় প্রভৃক্ত করা যায়।

যোগাংশ বা মূলকের যোজ্যতা অনুযায়ী শ্রেণী বিভাগ

1	3	8	4
অ্যামোনিয়াম (NH_4^+)	কার্বনেট (CO_3^{2-})	সালফেট (SO_4^{2-})	সায়ানাইড (CN^-)
নাইট্রস (NO_2)	সায়ানাইড (CN^-)	সায়ানাইড (CN^-)	সায়ানাইড (CN^-)
নাইট্রেট (NO_3)	সায়ানাইড (CN^-)	সায়ানাইড (CN^-)	সায়ানাইড (CN^-)
হাইড্রোক্সিল (OH)	সায়ানাইড (CN^-)	সায়ানাইড (CN^-)	সায়ানাইড (CN^-)
সায়ানাইড (CN)		$[\text{P}(\text{CN})_4]$	
অ্যাসিটেট (CH_3COO)			
বাইকার্বনেট (HCO_3)			
মেটাবোরেট (BO_3)			

সারাংশ : মৌল পরমাণু যোগ গঠন কালে, অপর মৌলের পরমাণুর সহিত যোজন করিবার যে ক্ষমতা প্রদর্শন করে, উাকে মৌলের (বা মৌল পরমাণুর) যোজ্যতা (valency) বলা হয়। কোন একটি মৌলের একটি পরমাণু যতগুলি হাইড্রোজেন পরমাণুর (অথবা ফ্লা Cl পরমাণুর) সহিত যুক্ত হয়, উহাও মৌলটির যোজ্যতা। যোজ্যতার মাত্রা 0 হতে 8, ইহা পূর্ণাঙ্গখ্যা। যৌগেবদ্ধ মৌলের যোজ্যতা ভেদ হয়। পরমাণুর ট্যেলকটনীয় গঠন বৈশিষ্ট্য হইতে যোজ্যতার উদ্ভব হয়। যৌগাংশের বা মূলকের, মৌলের অচরুপ যোজ্যতা আছে।

একটি মৌল (বা মূলক) অপর মৌলের (বা মূলকের) সহিত সংযোজন কালে উভাদের পরমাণুগুলি পারস্পরিক যোজ্যতার বিপরীতক্রমে যুক্ত হয়।

যোজ্যতা-নিয়ম (Valency rule) : যোগ গঠনকালে, গঠনকারী মৌলগুলির যোজ্যতা পরস্পরকে প্রসমিত করে। সেটকল্প, যখন দুইটি মৌলের পরমাণু মিলিয়া যোগ গঠন করে, তখন প্রথম মৌলটির যোজ্যতানুযায়ী দ্বিতীয় মৌলের পরমাণু সংখ্যা এবং দ্বিতীয় মৌলটির যোজ্যতানুযায়ী প্রথমটির পরমাণু সংখ্যা সংশ্লিষ্ট হয়।

উদাহরণ :

● অ্যালুমিনিয়াম অক্সাইডের সংকেত : Al-এর যোজ্যতা 3 এবং O-এর যোজ্যতা 2. উভয়ের মাত্রা 3 ও 2 গ গমনকালে, Al যোজ্যতাভূমিতে O-এর ৩টি পরমাণু এবং O-এর যোজ্যতাভূমিতে Al-এর ২টি পরমাণু স্থিতি হইবে। ফলস্বরূপ গঠিত হইবে, অর্থাৎ অক্সাইডের সংকেত হইবে $\text{Al}_2(\text{O})_3$ ।



● বোরন অক্সাইডের সংকেত :

সংক্ষেপে লেখা যায়—

উপরোক্ত নিয়মানুসারে যৌগ সংকেত— B_2O_3

● সোডিয়াম সালফাইটের সংকেত :

সংক্ষেপে লেখা যায়—

নিয়মানুসারে যৌগ সংকেত : Na_2SO_3

● অ্যামোনিয়াম ফসফেটের সংকেত :

সংক্ষেপে লেখা যায়—

নিয়মানুসারে, যৌগ সংকেত $(NH_4)_3PO_4$.

যোজ্যতা ও রেখা সংকেত (Valency & Graphic formula) :

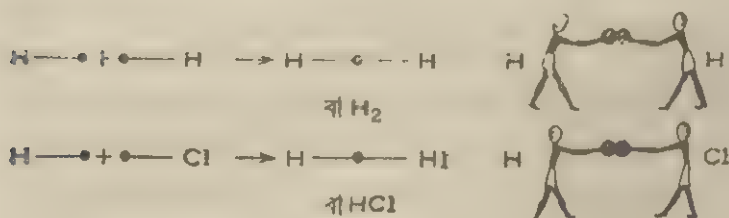
যোজ্যতা নিয়ম হইতে, কোন যৌগে মৌলগুলির বর্তমান পরমাণু সংখ্যাগুলি জানা যায়। কিন্তু, যৌগে কোন্ বিশেষ পরমাণুটি কোন্ বিশেষ পরমাণুর সহিত পারমাণবিক ক্রমসঙ্জায় যুক্ত থাকে তাহা জানা যায় না। যেমন, একটি বাড়ীর মোট ঘরের সংখ্যা ও বারান্দার সংখ্যা জানিলেই বাড়িটির প্যাটার্ন বুঝা যায় না—উহার জ্ঞান নকশা আঁকা প্রয়োজন, তেমনই একটি অণুর মধ্যে বিভিন্ন মৌলের পরমাণুগুলির সংখ্যা জানিলেই অণুটির সঠিক রূপ জানা যায় না; গঠনসঙ্জ্ঞা জানিবার জ্ঞান, উহারও বিশেষ নকশা প্রয়োজন। এই অংকিত নকশাকে যৌগের 'রেখা সংকেত' (Graphic formula) বলা হয়।

কোন মৌলের যোজ্যতাকে, রসায়নে জ্বিধার জ্ঞত ছুত্র রেখার (hyphens) দ্বারা সূচিত করা হয় । (এই রেখাগুলি কাল্পনিক হাতের মতো ।) যোজ্যতাহুযায়ী, মৌলের পরমাণুর রেখাসংখ্যা নির্দিষ্ট ; যেমন—

মৌল	যোজ্যতা	উদাহরিত প্রতীক	মৌলের কল্পনিকচিত্র
H	1	H—	
O	2	—O—	
N	3	N≡	
C	4		

চিত্র নং 4.1

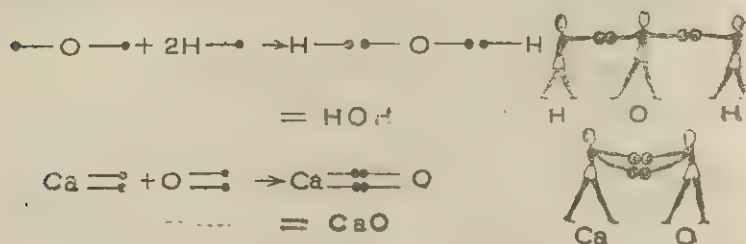
একযোজী পরমাণুগুলির সংযোজন অর্থে, উহাদের পারস্পরিক যোজ্যতার প্রশমন অর্থাৎ নিজস্ব যোজ্যতা রেখাগুলির পারস্পরিক সংযোজন দটে ।



চিত্র নং 4.2

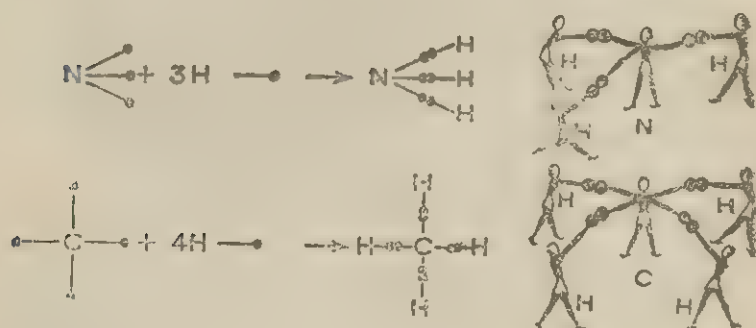
দ্বিযোজী মৌলের একটি পরমাণুর দুইটি রেখা, দুইটি একযোজী পরমাণুর একটি অক্সিজেন রেখার সহিত মিলিত হইতে পারে (অর্থাৎ একটি দ্বিযোজী মৌলের পরমাণু,

দুইটি একযোজী মৌলের পরমাণুর সহিত মিলিত হয়) অথবা, একটি দ্বিরেখাযুক্ত দ্বিযোজী পরমাণুর সহিত যুক্ত হইতে পারে।



চিত্র নং 4.3

এইরূপে, NH_3 , CH_4 , CaH_2 প্রভৃতির সংযোজন নিম্নরূপে দেখান যাইতে পারে—



চিত্র নং 4.4

দুইটি একযোজী রেখার মিলনে সে মিলিত রেখা উৎপন্ন হইয়া দুইটি পরমাণুকে যুক্ত করে, উহাকে ‘বন্ধনী’ (bond) বলা হয়। বন্ধনী ‘একরেখ’ (single bond), ‘দ্বিরেখ’ (double bond), ‘ত্রিরেখ’ (triple bond) ইত্যাদি হয়।



একরেখ বন্ধনী



দ্বিরেখ বন্ধনী

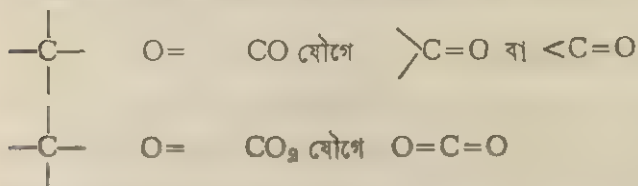


ত্রিরেখ বন্ধনী

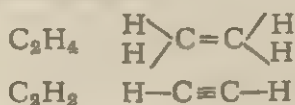
যখন একটি মৌল একাধিক যোজ্যতা সম্পন্ন হয় এবং উহার উচ্চ যোজ্যতা পূর্ণ করার জন্য অপর মৌলটির যথাযথ সংখ্যক পরমাণু বর্তমান থাকে না, তখন যে যৌগ উৎপন্ন হয়—উহাকে ‘অপূর্ণ যৌগ’ (unsaturated compound) বলা হয়। যখন কোন উৎপন্ন যৌগে মৌলগুলির সকল পরমাণুই পরস্পরের যোজ্যতা পূর্ণ প্রশমিত করে, তখন যৌগটিকে ‘পূর্ণ যৌগ’ (saturated compound) বলা হয়।

কার্বন মৌলের যোজ্যতা 4। ইহার 1টি পরমাণু দ্বিযোজী অক্সিজেনের 2টি পরমাণুর যোজ্যতাকে পূর্ণ প্রশমিত করিতে পারে। কার্বন অক্সিজেনের সহিত দুইটি যৌগ গঠন করে CO এবং CO₂। CO যৌগতে, কার্বনের 4 যোজ্যতার মধ্যে অক্সিজেন 2 যোজ্যতাকে প্রশমিত করে, অবশিষ্ট 2 যোজ্যতা অপ্রশমিত থাকে। CO একটি অপূর্ণ যৌগ। CO₂ যৌগতে, C-এর যোজ্যতা 2টি দ্বিযোজী পরমাণু-যোগে সম্পূর্ণভাবে প্রশমিত হয়, ইহা একটি পূর্ণ যৌগ।

উপরোক্ত অপূর্ণ ও পূর্ণ যৌগকে রেখাচিত্রে নিম্নরূপে প্রকাশিত করা যায়—

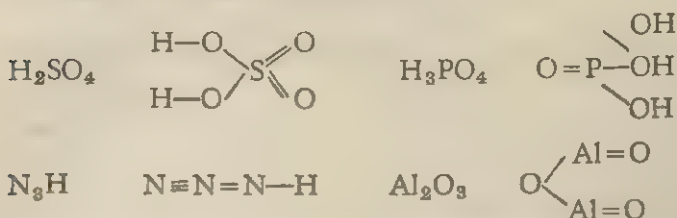


হাইড্রোকার্বন শ্রেণীর যৌগের মধ্যে ইথিলিন (C₂H₄), অ্যাসিটিলিন (C₂H₂) প্রভৃতি, অপূর্ণ যৌগের উদাহরণ।



জৈব যৌগের (organic compound) অপূর্ণতার প্রধান লক্ষণ উহাদের রেখাচিত্রে দুইটি কার্বন পরমাণুর মধ্যে দ্বিरेখ বা ত্রিरेখ বন্ধনী।

রেখাচিত্রে, আরো কয়েকটি যৌগের উদাহরণ :



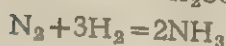
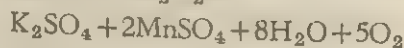
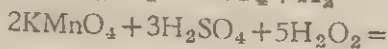
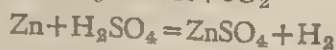
স্মরণ রাখা প্রয়োজন যে, যৌগগুলির কালে পরমাণুর মধ্যে প্রকৃতই কোন রেখা জাতীয় বন্ধনীর অস্তিত্ব থাকে না, কিন্তু এই বন্ধনীর কল্পনা যৌগের ধর্ম ও ক্রিয়া-বিক্রিয়া ব্যাখ্যায় সবিশেষ উপযোগী।

রাসায়নিক সমীকরণ

(Chemical Equation)

একটি যৌগ বা একাধিক মৌল ও যৌগের মধ্যে যে রাসায়নিক ক্রিয়া-বিক্রিয়াগুলি ঘটিয়া থাকে, ঐগুলিকে রাসায়নে সংক্ষেপিত

আকারে প্রকাশের জন্ত যে পদ্ধতি অনুসৃত হয়, তাহাকে রাসায়নিক সমীকরণ বলা হয়।

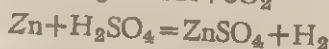


রাসায়নিক সমীকরণে,—

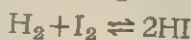
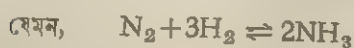
● যে বা যে যে মোল বা যোগ পদার্থের মধ্যে বিক্রিয়া ঘটে উহাদের অর্থাৎ বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণকারী মোল বা যোগ সমূহকে প্রতীক বা সংকেত যোগে সমীকরণের বামদিকে লেখা হয় এবং ইহাদের বিক্রিয়ক (reactant) বলা হয়; একাধিক বিক্রিয়ক থাকিলে উহারা ‘পরস্পরের সহিত একযোগে’ বিক্রিয়া করে এই অর্থ বুঝাইতে উহাদের মধ্যে যোগচিহ্ন (+) দেওয়া হয়।

● বিক্রিয়কগুলির মধ্যে রাসায়নিক বিক্রিয়া ঘটান পর যে বা যে যে উৎপন্ন পদার্থ পাওয়া যায় উহাদের বিক্রিয়ালব্ধ পদার্থ (product) বলা হয়, বিক্রিয়ালব্ধ পদার্থ বা পদার্থ সমূহকে যথাযথ প্রতীক বা সংকেত যোগে সমীকরণের ডানদিকে লেখা হয়; একাধিক বিক্রিয়ালব্ধ পদার্থ উৎপন্ন হইলে উহারা ‘একযোগে উৎপন্ন হইয়াছে’ বুঝাইতে উহাদের মধ্যে যোগচিহ্ন (+) দেওয়া হয়।

● উৎপন্ন করে এই অর্থ প্রকাশের জন্ত সমীকরণের দুইদিকের মধ্যে তীরচিহ্ন (→) বা সমীকরণের চিহ্ন (=) যুক্ত করা হয়। যে-কোন রাসায়নিক সমীকরণে, পদার্থের অবিনাশিতা সূত্র অমুখ্যায়ী, সমান চিহ্নটির (=) অর্থ বজায় রাখার জন্ত, সমীকরণের বামদিকে যে যে মোলের যতগুলি পরমাণু বর্তমান থাকে, দক্ষিণদিকেও সেই সেই মোলের ঠিক ততগুলিই পরমাণু বর্তমান থাকে।



● কোন কোন রাসায়নিক বিক্রিয়ায়, বিক্রিয়ক পদার্থগুলি যেমন বিক্রিয়ালব্ধ পদার্থ উৎপন্ন করে, আবার বিক্রিয়ালব্ধ পদার্থগুলিও বিক্রিয়ায় বিক্রিয়ক পদার্থগুলি পুনরুৎপন্ন করে। এই জাতীয় বিক্রিয়াগুলির রাসায়নিক সমীকরণ লেখার কালে, বিক্রিয়ার উভমুখীতা (reversibility) বুঝাইতে বাম ও ডান দিকের মধ্যে উভমুখী তীরচিহ্ন (\rightleftharpoons) ব্যবহার করা হয়।



রাসায়নিক সমীকরণ হইতে জানা যায়,—

● গুণগত (qualitative) দিক দিয়া কোন্ বা কোন কোন বিক্রিয়ক পদার্থ বিক্রিয়ায় অংশ গ্রহণ করে এবং কি বা কি কি বিক্রিয়ালব্ধ পদার্থ উৎপন্ন হয় ;

● মাত্রিক দিক (quantitative) দিয়া কত বা কত কত ওজনের বিক্রিয়ক পদার্থ বা পদার্থসমূহ কত বা কত কত ওজনের বিক্রিয়ালব্ধ পদার্থ বা পদার্থসমূহ উৎপন্ন করে ;

● বিক্রিয়ক বা বিক্রিয়ক পদার্থসমূহের কতগুলি পরমাণু, অণু বা মোল (mole) বিক্রিয়ালব্ধ পদার্থ বা পদার্থসমূহের কতগুলি পরমাণু, অণু বা মোল উৎপন্ন করে ;

● সমীকরণটির বিক্রিয়ক ও বিক্রিয়ালব্ধ পদার্থ বা পদার্থসমূহ গ্যাস হইলে, একই চাপ ও তাপে উহাদের আয়তনের পারস্পরিক অনুপাতগুলি জানা যায় ।

রাসায়নিক সমীকরণ হইতে জানা যায় না,—

● রাসায়নিক বিক্রিয়াটির প্রয়োজনীয় শর্ত কি অর্থাৎ কোন বিশেষ অনুঘটক (catalyst), তাপ বা চাপ ইত্যাদি বিক্রিয়াটি ঘটাইতে প্রয়োজন কি না ?

● বিক্রিয়াটিতে, বিক্রিয়ক ও বিক্রিয়ালব্ধ পদার্থের ভৌত অবস্থা কি ?

● বিক্রিয়াটিতে বিক্রিয়ক ও বিক্রিয়ালব্ধ পদার্থের গাঢ়তা কি ?

● বিক্রিয়াটি উভমুখী কি না ?

● বিক্রিয়াটি কি গতিতে এবং কত সময়ে সম্পন্ন হয় ?

● বিক্রিয়াটিতে তাপের উদ্ভব বা শোষণ কোন্টি ঘটে ?

কয়েকটি রাসায়নিক সমীকরণের ব্যাখ্যা :

(i) সমীকরণ : $2\text{KClO}_3 = 2\text{KCl} + 3\text{O}_2$

এই সমীকরণ হইতে জানা যাইতেছে—

● বিক্রিয়ক পটাশিয়াম ক্লোরেট, রাসায়নিক বিক্রিয়ায় পটাশিয়াম ক্লোরাইড ও অক্সিজেনে পরিণত হয় ।

● 2 অণু বা মোল, পটাশিয়াম ক্লোরেট, 2 অণু বা মোল পটাশিয়াম ক্লোরাইড ও 3 অণু বা মোল অক্সিজেন উৎপন্ন করে ।

● সমীকরণের বামদিকে পরমাণুর সংখ্যা $2[1(\text{K}) + 1(\text{Cl}) + 3(\text{O})]$ বা মোট 10 এবং ডানদিকে পরমাণুর সংখ্যা $2[1(\text{K}) + 1(\text{Cl})] + 3 \times 2(\text{O})$ বা মোট 10 ।

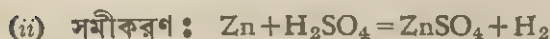
● বিক্রিয়ক ও বিক্রিয়ালব্ধ পদার্থগুলির ওজনের অনুপাত,



মৌলগুলির যথাক্রমিক পারমাণবিক ওজন হইতে—

$$\begin{array}{rcl} \text{আণবিক ওজন } 2(1 \times 39 + 1 \times 35.5 + 3 \times 16) & = & 2(39 + 35.5) + 3(2 \times 16) \\ & & 2(39 + 35.5 + 48) \qquad \qquad 2(74.5) \qquad 3(32) \\ & & 2 \times 122.5 \qquad \qquad 2 \times 74.5 \qquad 3 \times 32 \\ & & 245 \qquad \qquad = \qquad 149 \qquad + \qquad 96 \end{array}$$

এই ওজন অনুপাতগুলিকে গ্রাম এককে প্রকাশ করিলে,
245 গ্রাম $\text{KClO}_3 = 149$ গ্রাম $\text{KCl} + 96$ গ্রাম O_2 .

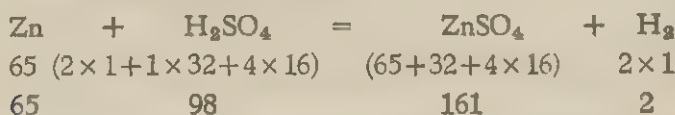


এই সমীকরণ হইতে জানা যাইতেছে যে,

● জিংক ধাতু, সালফিউরিক অ্যাসিডের সহিত বিক্রিয়ায় জিংক সালফেট লবণ ও হাইড্রোজেন উৎপন্ন করে।

● 1 পরমাণু Zn , 1 অণু H_2SO_4 -এর সহিত বিক্রিয়ায়, 1 অণু ZnSO_4 ও 1 অণু হাইড্রোজেন উৎপন্ন করে।

● বিক্রিয়ক ও বিক্রিয়ালব্ধ পদার্থগুলির ওজনের অনুপাত (সংশ্লিষ্ট মৌলগুলির পারমাণবিক ওজন হইতে গণনা করিয়া)



গ্রাম এককে 65 গ্রাম $\text{Zn} + 98$ গ্রাম $\text{H}_2\text{SO}_4 = 161$ গ্রাম $\text{ZnSO}_4 + 2$ গ্রাম H_2

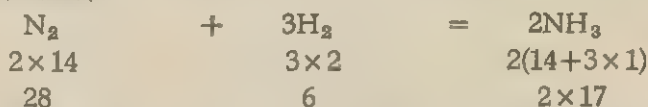


এই সমীকরণ হইতে জানা যাইতেছে যে,

● সমীকরণে উভয়দিকের মধ্যে একটি উভমুখী তীরচিহ্ন ব্যবহৃত হইয়াছে। সুতরাং বিক্রিয়াটি উভমুখী বিক্রিয়া। অর্থাৎ, নাইট্রোজেন ও হাইড্রোজেন বিক্রিয়ক হইলে বিশেষ শর্তাধীনে উহাদের বিক্রিয়ায় অ্যামোনিয়া উৎপন্ন হয়, আবার অ্যামোনিয়া বিক্রিয়ক হইয়া বিশেষ শর্তাধীনে বিক্রিয়ার ফলে নাইট্রোজেন ও হাইড্রোজেন উৎপন্ন করে।

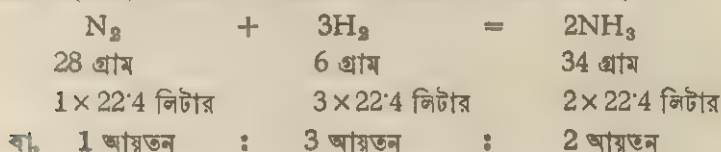
● বামদিক হইতে ডানদিকের তীরচিহ্ন ধরিয়া, 1 অণু বা 1 মৌল নাইট্রোজেন ও 3 অণু বা 3 মৌল হাইড্রোজেন, বিক্রিয়ায়, 2 অণু বা 2 মৌল অ্যামোনিয়া উৎপন্ন করে।

● বামদিক হইতে ডানদিকের তীরচিহ্ন ধরিয়া, বিক্রিয়াটিতে বিক্রিয়ক ও বিক্রিয়ালব্ধ পদার্থগুলির ওজনের অনুপাত (সংশ্লিষ্ট মৌলগুলির পারমাণবিক ওজন হইতে গণনা করিয়া) :



গ্রাম এককে 28 গ্রাম N_2 + 6 গ্রাম H_2 = 34 গ্রাম NH_3

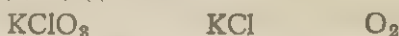
● বামদিকে হইতে ডানদিকের তীরচিহ্ন ধরিয়া এবং প্রমাণ উষ্ণতা ও চাপে (N.T.P.) যে-কোন গ্যাসের গ্রাম-আণবিক ওজনের আয়তন 22.4 লিটার। এই নিয়ম অনুসারে, বিক্রিয়ক ও বিক্রিয়ালব্ধ পদার্থগুলির আয়তনিক অনুপাত :



সমীকরণ গঠনের পদ্ধতি (Writing a chemical equation) :

রাসায়নিক সমীকরণ গঠনে,

● প্রথমে বিক্রিয়ক বা বিক্রিয়কগুলির এবং বিক্রিয়ালব্ধ পদার্থ বা পদার্থগুলির ক্ষুদ্রতম হায়ী অংশকে প্রতীক ও সংকেতের সাহায্যে যথাক্রমে বাম ও ডানদিকে লিখিতে হইবে; যেমন, কোন রাসায়নিক বিক্রিয়ায়, পটাশিয়াম ক্লোরেট বিক্রিয়ক এবং পটাশিয়াম ক্লোরাইড ও অক্সিজেন বিক্রিয়ালব্ধ পদার্থ; এইগুলিকে সংকেত ও প্রতীকে নিম্নরূপে লেখা হইল :



মনে রাখিতে হইবে, ক্ষুদ্রতম হায়ী অংশ বলিতে যৌগের ও গ্যাসীয় মৌলের ক্ষেত্রে 1টি অণু লেখা হয়, কিন্তু ধাতুর ক্ষুদ্রতম অংশ বলিতে 1টি পরমাণু লেখা হয়।

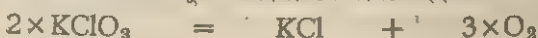
● এখন উহাদের মধ্যে যথাযথ যোগচিহ্ন ও সমীকরণের চিহ্ন লিখিতে হইবে।



এইভাবে, সমীকরণের মূল কাঠামোটি পাওয়া গেল।

● ইহার পর কাঠামো সমীকরণে, ক্ষুদ্রতম অংশগুলি অর্থাৎ অণু বা পরমাণু-গুলিকে অটুট রাখিয়া, উভয়দিকের পরমাণু সংখ্যার যোগফল (এবং প্রতি মৌলের বাম ও ডানদিকে পরমাণু সংখ্যা) সমান করিতে হইবে; উপযুক্ত সহগ সংখ্যার দ্বারা ক্ষুদ্রতম অংশগুলিকে গুণ করিয়া উভয়দিকের পরমাণু সংখ্যা সমান করা যায়।

উপরের কাঠামো সমীকরণে, অক্সিজেন পরমাণু বামদিকে 3 ও ডানদিকে 2। এগুলিকে সমান করিতে হইলে বামদিকের অক্সিজেন উৎসর্গিকে 2 দিয়া গুণ ও ডানদিকে উৎপন্ন অক্সিজেন অণুকে 3 দিয়া গুণ করিতে হইবে।



কিন্তু, ঠিকার ফলে অক্সিজেনের পরমাণু সংখ্যা উভয়দিকে সমান (6) হইলেও একই সঙ্গে এই গুণনের ফলে K এবং Cl-এর পরমাণু সংখ্যা পাড়াইল—2টি K পরমাণু ও 2টি Cl পরমাণু। ঠিকার সাম্য রাখিতে হইলে, ডানদিকে KCl-কে সহগ 2 দ্বারা গুণ করা প্রয়োজন।



দেখা যাউক্ছে, এই শেষ সমাধিক রূপে (balanced form) উ-দ্বয়দিকের মোট পরমাণু সংখ্যা এবং প্রতিটি মৌলের ডান ও বামদিকে পরমাণু সংখ্যা সমতা রক্ষা করিতেছে। অতএব, এইটাই স্বার্থ সমীকরণ। তাৎপর্য—

	বামদিকে	ডানদিকে
মোট K পরমাণু	2	2
মোট Cl পরমাণু	2	2
মোট () পরমাণু	$6(2 \times 3)$	$6(3 \times 2)$
মোট পরমাণু সংখ্যা	10	10

অর্থাৎ পূর্ণ সমীকরণ : $2\text{KCl} + 3(\text{O})_2 = 2\text{KClO}_3$.

অনুশীলনী

১. নিচের বামদিক কার্যকর বলুন। পাতক বায়ুতর পদার্থ পছন্দ করে নিন? নিম্নের পাতক-কার্যকর নাম ও নামগুলিকে পাতকে পরিবর্তিত কর:

Zn, Fe, S, I, Co, Cr, Cl, Hg, Ag, Au।

নিম্ন কক্ষের 'সামান্যতম ক্যালোরি', 'সামান্যতম', 'সামান্যতম নিকেল', 'সামান্যতম', 'নিয়ন', 'বৈদ্যুতন', 'বোরন', 'বেরিলিয়াম'।

২. একটি পাতকীয় ক্রিয়ায় পাতকীয় কার্যকর B, ও C-এর দুইটি পাতকের পার্থক্য কি? দুইটি মৌলের নাম লিখুন।

৩. 'সামান্যতম সাক্ষ্য' বলিতে কি বুঝায়? 'সামান্যতম সাক্ষ্য' হইলে 'সাক্ষ্য' জাতীয় কানা যায়?

নিম্নলিখিত পাতকীয় সাক্ষ্যগুলিকে 'সামান্যতম' ও 'সামান্যতম' নামগুলিকে 'সামান্যতম সাক্ষ্য' পরিবর্তিত কর—

(i) $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, Na_2O , Na_2HPO_4 , MgCl_2 , $\text{Ca}(\text{OCl})_2$, CuSO_4 , Fe_2O_3 , $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, Fe_2O_3 .

(ii) সামান্যতম সাক্ষ্য, সামান্যতম সাক্ষ্য, সামান্যতম সাক্ষ্য, সামান্যতম সাক্ষ্য, সামান্যতম সাক্ষ্য, সামান্যতম সাক্ষ্য, সামান্যতম সাক্ষ্য, সামান্যতম সাক্ষ্য, সামান্যতম সাক্ষ্য, সামান্যতম সাক্ষ্য.

৪. নিম্নলিখিত যৌগগুলির সাক্ষ্য লিখ:

সামান্যতম সাক্ষ্য, সামান্যতম সাক্ষ্য, সামান্যতম সাক্ষ্য, সামান্যতম সাক্ষ্য, সামান্যতম সাক্ষ্য, সামান্যতম সাক্ষ্য, সামান্যতম সাক্ষ্য, সামান্যতম সাক্ষ্য, সামান্যতম সাক্ষ্য, সামান্যতম সাক্ষ্য.

৫. 'সামান্যতম' বলিতে কি বুঝায়? 'সামান্যতম সাক্ষ্য' হইলে 'সাক্ষ্য' জাতীয় কানা যায়? 'সামান্যতম সাক্ষ্য' কোন এককে নির্ণয়িত হয়? 'নিম্নলিখিত মৌলগুলির যৌগগুলি' কি—

Cu, Na, Sn, Fe, Cr, N, P, S, O, Cr, Mn, Al, Ca

গ্যাস সূত্রাবলী

গ্যাসের আয়তন—গ্যাসের চাপ—গ্যাসের উষ্ণতা—প্রমাণ উষ্ণতা ও প্রমাণ চাপ—বয়েল সূত্র—চার্লস সূত্র—সম্মিলিত গ্যাস সূত্র—অবস্থা সমীকরণ—ডাল্টনের অংশ-প্রেশ সূত্র—গ্রাহামের গ্যাস-ব্যাপন সূত্র।

পদার্থ মাত্রেরি কঠিন, তরল ও গ্যাসীয়—এই তিন অবস্থার যে-কোন একটি রূপে অবস্থান করে। ইহার যে-কোন অবস্থাতেই পদার্থের উপর দুইটি শক্তি ক্রিয়া করে :

(1) আকর্ষণী শক্তি—পদার্থ মাত্রেরি অণুগুলির পরস্পরকে আকর্ষণ করিয়া নিকটে আনার একটি প্রবণতা থাকে। এই শক্তিকে ‘আন্তরাণবিক আকর্ষণী শক্তি’ বলা হয়। এই শক্তি (F) অণুগুলির পরস্পরের দূরত্বের (r) উপর নির্ভরশীল ($F \propto \frac{1}{r^2}$)। কঠিন পদার্থের অণুগুলি সর্বাধিক নৈকট্যে থাকে বলিয়া এই শক্তি সর্বাধিক এবং গ্যাসীয় পদার্থে অণুগুলি সর্বাধিক দূরত্বে থাকে বলিয়া এই শক্তি নিম্নতম। এই কারণেই কঠিন পদার্থের অণুগুলির মধ্যে স্থনির্দিষ্ট নৈকট্য ও স্থনির্দিষ্ট আকার সম্ভব হয়। তরল পদার্থে আকর্ষণী শক্তি কিছুটা দুর্বলতর বলিয়া আকৃতি কিছুটা অনির্দিষ্ট এবং গ্যাসীয় পদার্থের মধ্যে অণুগুলির ব্যবধান বৃহত্তম বলিয়া আকর্ষণী শক্তি নগণ্য ; ফলে গ্যাসীয় অবস্থায় অণুগুলি পরস্পরের নৈকট্যহীন হইয়া আকারহীন ও অনির্দিষ্ট আয়তন অধিকার করে।

(2) বিকর্ষণী শক্তি—পদার্থ মাত্রেরি অণুগুলির অন্তর্নিহিত একটি গতিশক্তি থাকে। এই গতিশক্তির ফলে অণুগুলি পরস্পর হইতে বিচ্ছিন্ন হইবার ও দূরে সরিয়া যাইবার একটি প্রবণতা থাকে। তাপশক্তি বৃদ্ধির সহিত পদার্থের অণুগুলির এই গতিশক্তি ক্রমশঃ বৃদ্ধি পায় এবং অণুগুলির আন্তরাণবিক আকর্ষণী শক্তি অতিক্রম করিয়া যায়, ফলে অণুগুলির ব্যবধান বাড়িতে থাকে এবং কঠিন তরলে ও তরল গ্যাসীয় পদার্থে রূপান্তরিত হয়।

পদার্থের তিনটি অবস্থার মধ্যে, গ্যাসীয় অবস্থায় পদার্থ বিশেষ কতকগুলি ধর্ম ও নিয়মের অধীন। এই ধর্মগুলির মধ্যে বিশেষ উল্লেখযোগ্য গ্যাসীয় পদার্থের আয়তন। পদার্থ মাত্রেরি যে স্থান অধিকার করে, উহাকে তাহার আয়তন (volume) বলা হয়। কঠিন ও তরল মাত্রেরি আয়তন উহার অণু-সংখ্যার সমানুপাতিক। অণু-সংখ্যা বা মোল যত বাড়িতে থাকে, কঠিন ও তরল পদার্থ তত বেশী আয়তন অধিকার করে। গ্যাসের আয়তন কিন্তু অণু-সংখ্যা বা মোলের উপর নির্ভর করে না। গ্যাসের মধ্যে অণুগুলির গতিশক্তি সর্বাধিক বলিয়া গ্যাসের অণুগুলি কেবলই পরস্পর হইতে বিচ্ছিন্ন হইয়া অধিকতর দূরত্বে সম্প্রসারিত হইতে চাহে। ফলে গ্যাসকে কোন পাত্রে আবদ্ধ না করিলে, উহার সম্প্রসারণ রোধ করা যায় না এবং আয়তনও পরিমাপ করা যায় না। আবার নির্দিষ্ট সংখ্যক গ্যাস-অণুকে কোন আবদ্ধ পাত্রে সংগ্রহ করিয়া

যে আয়তন পাওয়া যায়, আবদ্ধ পাত্রটির আয়তন, ঐ সংখ্যক অণুর আয়তন—এরূপ সিদ্ধান্ত করাও ভুল। কারণ ঐ আবদ্ধ পাত্রের উপর চাপ প্রয়োগ করিয়া অধিক সংখ্যক অণুকেও ঐ একই স্থান এবং আয়তনে সংকুলান করা সম্ভব। ফুটবল ব্লাডারে পাম্পযোগে বায়ু প্রবিষ্ট করার উদাহরণ সকলেরই পরিচিত। প্রতিবার পাম্পে আরও অধিক সংখ্যক বায়ু-অণু প্রবিষ্ট হয়; কিন্তু ব্লাডারটির আয়তন নির্দিষ্ট থাকে। অর্থাৎ স্বল্প চাপে স্বল্প সংখ্যক বায়ু-অণুর আয়তন ব্লাডারের আয়তনের সমান; আবার অধিক চাপে অধিক সংখ্যক বায়ু-অণুর আয়তনও ঐ একই ব্লাডারে একই আয়তনের সমান। সুতরাং, গ্যাসীয় অণুর আয়তন চাপের উপর নির্ভরশীল।

আবার, সাধারণ চাপে একটি বায়ুপূর্ণ বোতলে একটি ছিপি বদ্ধ করিয়া রাখিলে, বোতলের বায়ু-অণুগুলির মোট আয়তন, বোতলের অন্তঃস্থ আয়তনের সমান। এখন বোতলটিকে উষ্ণ জলে রাখিলে, কিছুক্ষণ পরে দেখা যায় সশব্দে ছিপিটি উৎক্ষিপ্ত হইয়া উঠে। বোতলের মধ্যস্থ বায়ুর আয়তন বৃদ্ধি ঘটয়া সম্প্রসারণের জন্য ছিপিটির উপর চাপ প্রয়োগ করিয়া উহাকে ঠেলিয়া দেয় এবং ফলে মধ্যস্থ বায়ুর কিছু অণু বহির্গত হইয়া যায়। অর্থাৎ গ্যাসীয় অণুর আয়তন তাপের উপর নির্ভরশীল।

গ্যাসের অণুর অধিকৃত আয়তনের সহিত চাপ ও তাপের এই যে অঙ্গাদী সম্বন্ধ, ইহাই পরবর্তীকালে নানা পরীক্ষা-নিরীক্ষার ভিত্তিতে দুইটি বিখ্যাত নিয়ম বা সূত্ররূপে প্রতিষ্ঠা করেন সুবিখ্যাত বিজ্ঞানী বয়েল (1662) ও চার্লস (1787)। বয়েল এবং চার্লসের সূত্রের আলোচনার পূর্বে গ্যাসের আয়তন ও উষ্ণতার এককগুলি আলোচনা প্রয়োজন।

গ্যাসের আয়তন : গ্যাসের অণুগুলি সকল দিকে সমভাবেই সম্প্রসারণ করে বলিয়া গ্যাসের আয়তন পরিমাপের জন্য একটি ত্রিমাত্রিক একক দরকার। সাধারণত গ্যাসের আয়তন ঘন সেন্টিমিটার বা কিউবিক সেন্টিমিটার (সংক্ষেপে—সি. সি. বা c.c.) অথবা ঘন মিলিলিটার বা কিউবিক মিলিলিটার (সংক্ষেপে—মি. লি. বা ml.) এককে মাপা হয়। মিলিলিটার এককটি অপেক্ষাকৃত আধুনিক বা বহুল ব্যবহৃত একক। সি. সি. ও মি. লি. এ দুইটি এককই সাধারণ গণনায় প্রায় একার্থক।

এক মিলিলিটার (1 ml.) = 1.000027 কিউবিক সেন্টিমিটার বা 1 c.c.

গ্যাসের চাপ : গ্যাসের অণুগুলির ভর আছে এবং ইহারা গতিশক্তি সম্পন্ন বলিয়া সর্বদাই চলাচল করে। আবদ্ধ পাত্রে কোন গ্যাস রাখিলে এই চলাচলে বাধা সৃষ্টি হইয়া আবদ্ধ পাত্রে গ্যাস অণুগুলি ভিতরের দেওয়ালে প্রতিহত হইতে থাকে এবং ভরবেগ ($P = mf$) সম্পন্ন অণুগুলির এইরূপ প্রতিহত হওয়ার ফলে অণুগুলি চাপ (pressure) সৃষ্টি করে। এই চাপকে গ্যাসের চাপ বলা হয়; ইহা সাধারণত বায়ু চাপের (atmospheric pressure) আপেক্ষিকে পরিমাপ করা হয়।

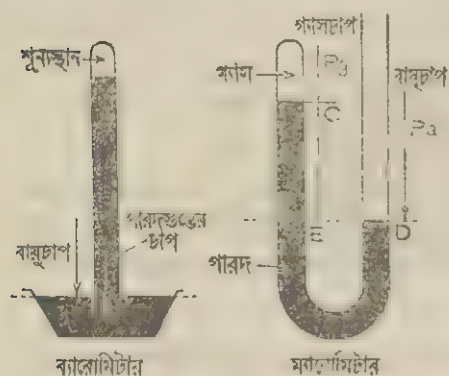
পৃথিবীর উপরে প্রায় 500 কিলোমিটার পর্যন্ত বিস্তৃত বায়ুস্তর আছে। এই বায়ুস্তর সর্বদাই পৃথিবী পৃষ্ঠ ও অন্তর প্রতিহত হইয়া একটি মোট চাপ সৃষ্টি করে;

ইহাকে বায়ুচাপ (atmospheric pressure) বলা হয়। বায়ুচাপ, চাপমান যন্ত্র বা ব্যারোমিটারে (barometer) মাপা হয়। 0°C উষ্ণতায়, সমুদ্রতলের উচ্চতায় বায়ুচাপ 760 মিলিমিটার (m. m.) পারদস্তম্ভের চাপের সমান। এই চাপকেই 1 বায়ুচাপ (1 atmosphere), প্রমাণ চাপ বা স্ট্যান্ডার্ড চাপ (Standard pressure) বা নর্মাল চাপ (Normal pressure) বলা হয়।

$$1 \text{ বায়ুচাপ} = \text{প্রমাণ চাপ বা স্ট্যান্ডার্ড চাপ বা নর্মাল চাপ} \\ = 760 \text{ মিলিমিটার (m.m.) পারদস্তম্ভের চাপ (Hg)} \\ (0^{\circ}\text{C উষ্ণতা ও সমুদ্রতলের উচ্চতায়})$$

0°C উষ্ণতায় পারদেব গম্ভীর ও পরিমাপ-স্থানের মাধ্যাকর্ষণের মান হইতে গণনা করিয়া 1 বায়ুচাপের পরিমাণ, প্রতি বর্গ ইঞ্চিতে প্রায় 14.7 পাউন্ডের সমান।

কোন নির্দিষ্ট গ্যাসের চাপ পরিমাপের জন্য ম্যানোমিটার (manometer) বা



চিত্র নং 5.1

গ্যাসচাপ যন্ত্র ব্যবহার করা হয়। এই যন্ত্রটি একটি একমুখ বক্র U-নল। ইহার বামদিকের বাহুতে কিছু সংগৃহীত গ্যাস থাকে। গ্যাসের অধিকৃত আয়তনের নিয়ন্ত্রণ হইতে দক্ষিণদিকের উন্মুক্ত নলের কিছু অংশ পর্যন্ত পারদ পূর্ণ থাকে। বামদিকের নলের পারদ-তলের উপর গ্যাসটির চাপের ফলে পারদতল, ধরা যাক, C বিন্দুতে থাকে। ডানদিকের উন্মুক্ত নলমুখে বাহিঃস্থ বায়ুস্তর চাপ প্রয়োগ করিয়া,

ধরা যাক পারদতলকে D বিন্দুতে রাখে।

$$\text{এখন গ্যাসটির প্রযুক্ত চাপ } Pg + CE \text{ দৈর্ঘ্যের পারদস্তম্ভের চাপ} \\ = \text{বায়ু চাপ } Pa$$

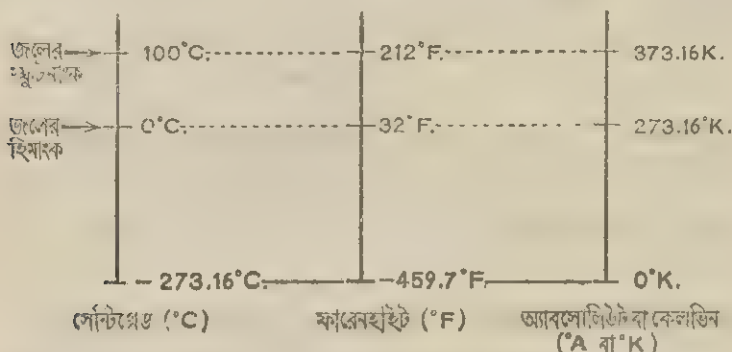
$$\therefore Pg = \text{বায়ু চাপ } Pa - CE \text{ দৈর্ঘ্যের পারদস্তম্ভের চাপ}$$

বায়ুচাপ Pa পারদস্তম্ভের যে চাপের সমান তাহা ব্যারোমিটারের পাঠ হইতে জানা যায়। ঐ চাপ হইতে CE দৈর্ঘ্যের পারদস্তম্ভের চাপ বিয়োগ করিলে যে পারদ-স্তম্ভের চাপ পাওয়া যায়, উহাই গ্যাসচাপের সমান। অতএব গ্যাস চাপ পরিমাপের একক, পারদস্তম্ভের মি. মি. (m. m.) এককে প্রকাশিত দৈর্ঘ্য। গাণিতিক উদাহরণে অনেকক্ষেত্রে পারদস্তম্ভ কথটি উহা থাকে এবং শুধুমাত্র মি. মি. এককে গ্যাসচাপ প্রকাশ করা হয়।

গ্যাসের উষ্ণতা : গ্যাসের আয়তন পরিমাপের ক্ষেত্রে পরীক্ষাকালীন উষ্ণতায় পরিমাপ বিশেষ গুরুত্বপূর্ণ। সাধারণ উষ্ণতা পরিমাপের ক্ষেত্রে দুইটি স্কেল—

সেলসিয়াস বা সেন্টিগ্রেড স্কেল (Centigrade scale) ও ফারেনহাইট স্কেল (Fahrenheit scale) সমধিক পরিচিত ও প্রচলিত।

গ্যাসের উষ্ণতা-পরিমাপের ক্ষেত্রে একটি বিশেষ স্কেল, বিশেষ উপযোগী বলিয়া সমধিক ব্যবহৃত। এই স্কেলকে উষ্ণতার অ্যাবসোলিউট স্কেল (Absolute scale of temperature) বা কেলভিন স্কেল (Kelvin Scale) বলা হয়। সেলসিয়াস, ফারেনহাইট ও অ্যাবসোলিউট বা কেলভিন স্কেলের পারস্পরিক সম্পর্ক চিত্রযোগে দেখান হইল (চিত্র নং 5.2)।



চিত্র নং 5.2

- সেলসিয়াস ও কেলভিন উষ্ণতার সম্পর্ক :
 $^{\circ}\text{C} + 273.16 = 0^{\circ}\text{A}$ [সাধারণ গণনায়, $^{\circ}\text{C} + 273 = \text{A}$]
- ফারেনহাইট ও কেলভিন উষ্ণতার সম্পর্ক :
 $(^{\circ}\text{F} - 32) \times \frac{5}{9} + 273.16 = ^{\circ}\text{A}$
 [সাধারণ গণনায় $(^{\circ}\text{F} - 32) \times \frac{5}{9} + 273 = ^{\circ}\text{A}$]

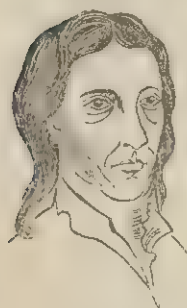
প্রমাণ উষ্ণতা ও প্রমাণ চাপ [Standard temperature and Pressure (S. T. P.) or Normal Temperature and Pressure (N. T. P.)] :
 0°C বা 273°A অ্যাবসোলিউট (বা কেলভিন) উষ্ণতাকে এবং 1 বায়ুচাপ (1 atmosphere) বা 760 মি. মি. Hg-এর চাপকে যথাক্রমে প্রমাণ উষ্ণতা ও প্রমাণ চাপ বলা হয়। গ্যাসগুলির ক্ষেত্রে নানা গাণিতিক গণনায় এই বিশেষ উষ্ণতা ও বিশেষ চাপ প্রভূত ব্যবহৃত হয়। সংক্ষেপে প্রমাণ উষ্ণতা ও প্রমাণ চাপকে S. T. P. বা N. T. P. এই সংকেতে বুঝান হয়।

গ্যাসের আয়তনের উপর চাপের প্রভাব :

বয়েল সূত্র

কঠিন বা তরলের উপর চাপ প্রয়োগ করিলে আয়তনের যে সংকোচন ঘটে উহা অতি নগণ্য কিন্তু গ্যাসের সংকোচন অতি উল্লেখযোগ্য মাত্রায় ঘটে। প্রযুক্ত চাপের

সহিত গ্যাসের আয়তনের যে গাণিতিক সম্পর্ক উহাই রবার্ট বয়েল তাঁহার বিখ্যাত
নৃত্রে প্রস্তাব করেন।



রবার্ট বয়েল

বয়েল সূত্র (Boyle's Law) : “স্থির উষ্ণতায় একটি নির্দিষ্ট ভরের গ্যাস যে আয়তন অধিকার, করে উহা গ্যাসটির উপর প্রযুক্ত চাপের সহিত ব্যস্তানুপাত অনুযায়ী হয়।”*

অর্থাৎ, উষ্ণতা স্থির রাখিয়া একটি নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের উপর চাপ (P) বৃদ্ধি করিলে, গ্যাসের আয়তন (V) কমে এবং চাপ হ্রাস করিলে, গ্যাসের আয়তন বৃদ্ধি পায় ;

$$\text{বা, } P \propto \frac{1}{V}$$

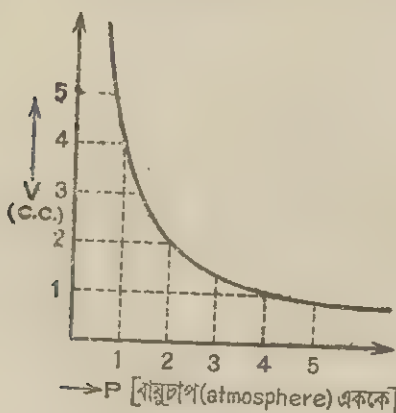
গাণিতিক অর্থে, কোন স্থির উষ্ণতা T° অব্যবসোলিউটে যদি কোন নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের উপর প্রযুক্ত চাপ P_1 মি.মি. থাকে এবং উহার আয়তন V_1 সি. সি. হয় তাহা হইলে বয়েল সূত্রানুযায়ী $P_1 \propto \frac{1}{V_1}$ বা $P_1 = K \cdot \frac{1}{V_1}$ [K = অস্থাপ্যত ধ্রুবক]

$$\text{বা, } P_1 V_1 = K = \text{ধ্রুবক}$$

আবার, T° অব্যবসোলিউটে ঐ একই ভরের গ্যাসের উপর প্রযুক্ত চাপ যদি P_2 মি.মি. হয়, এবং উহার আয়তন V_2 সি.সি. হয় তাহা হইলে বয়েল সূত্র অনুযায়ী,

$$P_2 \propto \frac{1}{V_2} \text{ বা, } P_2 = K \cdot \frac{1}{V_2} \text{ বা } P_2 V_2 = K$$

$$\therefore P_1 V_1 = P_2 V_2$$



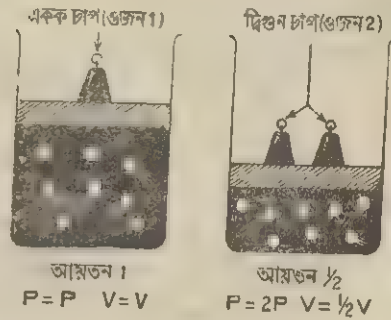
চিত্র নং ৫৩

$$\text{এইরূপে, } P_1 V_1 = P_2 V_2 = P_3 V_3 = \dots \dots P_n V_n$$

* বয়েল সূত্রের পরীক্ষার জন্য ‘পদার্থ বিজ্ঞান’ গ্রন্থ দ্রষ্টব্য

প্রকৃত পরীক্ষা হইতে $P_1, P_2, P_3 \dots$ এবং $V_1, V_2, V_3 \dots$ নিরূপণ করিয়া লেখচিত্রে প্রকাশ করিলে ফলাফলগুলি হইতে একটি হাইপারবোলিক লেখচিত্র পাওয়া যায়। লেখচিত্রের প্রকৃতি, সূত্রটির সত্যতা প্রমাণিত করে।* [চিত্র নং 5'3]

এই সূত্র অনুসারে আরও বলা যায় কোন প্রযুক্ত চাপে গ্যাসের বায়তন, গ্যাসের উপর ঐ প্রযুক্ত চাপ দ্বিগুণিত করিলে, গ্যাসটির আয়তনও অর্ধেক হইয়া যাইবে।



চিত্র নং 5'4

● বয়েল সূত্রানুযায়ী, স্থির উষ্ণতায় চাপ ও ঘনত্বের সম্পর্ক :

বয়েলের মূল সূত্রের অসুসিদ্ধান্তরূপে বলা যায়,

স্থির উষ্ণতায় কোন গ্যাসের ঘনত্ব উহার উপর প্রযুক্ত চাপের সমানুপাতিক।

অর্থাৎ, স্থির উষ্ণতায় কোন গ্যাসের উপর চাপ (P) বৃদ্ধি করিলে উহার ঘনত্ব (D) বাড়ে, এবং চাপ হ্রাস করিলে ঘনত্ব কমে, বা, $P \propto D$.

সকল বস্তুর মত গ্যাসের ক্ষেত্রেও,

$$\text{ভর} = \text{আয়তন} \times \text{ঘনত্ব} \quad \text{বা,} \quad M = V \times D$$

ধরা যাক, স্থির উষ্ণতায় কোন গ্যাসের উপর প্রযুক্ত চাপ P_1 -এতে উহার আয়তন V_1 সি. সি. এবং ঘনত্ব D_1

আবার, প্রযুক্ত চাপ P_2 -এতে, গ্যাসের আয়তন V_2 সি. সি. এবং ঘনত্ব D_2 .

বয়েল সূত্রানুসারে : $P_1 V_1 = P_2 V_2$

$$\text{কিন্তু, } V_1 = \frac{M}{D_1} \text{ এবং } V_2 = \frac{M}{D_2}$$

$$\text{অতএব, } P_1 \times \frac{M}{D_1} = P_2 \times \frac{M}{D_2} \quad \text{বা,} \quad \frac{P_1}{D_1} = \frac{P_2}{D_2}$$

অর্থাৎ, $\frac{P}{D} = \text{নিত্য} ; \text{সুতরাং } P \propto D$.

* যে কোন গ্যাসের ক্ষেত্রেই বয়েল সূত্র প্রযোজ্য হইলেও, সর্বাবস্থায় বয়েল সূত্র অনুসৃত হয় না। উচ্চচাপ ও নিম্নচাপেই গ্যাসগুলি বয়েল সূত্র যথাযথ অনুসরণ করে, কিন্তু নিম্নচাপ ও উচ্চচাপে গ্যাসগুলি বয়েল সূত্র যথাযথ অনুসরণ করে না। অর্থাৎ নিম্নচাপ এবং উচ্চচাপে গ্যাসগুলির আয়তন ও চাপের গুণফল PV , নিত্য হয় না। যে গ্যাসগুলি বয়েল সূত্র যথাযথ অনুসরণ করে, উহাদের 'আদর্শ গ্যাস' (Ideal gas) এবং যে গ্যাসগুলি বয়েল সূত্র যথাযথ অনুসরণ করে না উহাদের 'প্রকৃত গ্যাস' (Real gas) বলা হয়। অধিকাংশ গ্যাসই, প্রকৃত গ্যাস। কেবলমাত্র অতি নিম্নচাপে হাইড্রোজেন গ্যাসের প্রকৃতি, আদর্শ গ্যাসের সংজ্ঞা পূরণ করে। নিষ্ক্রিয় গ্যাসগুলিও (inert gas) ঘোঁটামুটি আদর্শ গ্যাসের সংজ্ঞায় পড়ে।

সাধারণভাবে অল্পধাবন করিলেও সহজেই বুঝা যায়, বদ্ধিত চাপে গ্যাসের অণুগুলির পরস্পরের বাবধান কমিয়া উহার নিকটতর হয়, অর্থাৎ আয়তনপ্রতি অণুর সংখ্যা বা ভর বৃদ্ধি পায়; অতএব, বদ্ধিত চাপে, গ্যাসের ঘনত্ব বাড়ে। বিপরীতক্রমে, চাপ হ্রাস করিলে, অল্পরূপ যুক্তিতে গ্যাসের ঘনত্ব কমে।

গাণিতিক উদাহরণ

- (1) 40 সে.মি. পারদস্তম্ভের চাপে কোন গ্যাসের 8 গ্রামের আয়তন 12.3 লিটার। 60 সে. মি. পারদস্তম্ভের চাপে এই পরিমাণ এই গ্যাসের আয়তন কত?

$$\text{বয়েল সূত্রানুসারে, } P_1 V_1 = P_2 V_2$$

$$P_1 = 400 \text{ মি. মি.} \quad P_2 = 600 \text{ মি. মি.}$$

$$V_1 = 12.3 \text{ লিটার} \quad V_2 = x \text{ লিটার}$$

$$\therefore 400 \times 12.3 = 600 \times x$$

$$\text{বা, } x = \frac{400 \times 12.3}{600} \text{ লিটার বা } 8.20 \text{ লিটার।}$$

- (2) সাধারণ বায়ুচাপে একটি গ্যাসের আয়তন 400 ঘন ফুট; এই গ্যাসকে 3 ঘনফুট আয়তনে সংকুচিত করিতে কত বায়ুচাপ প্রয়োজন?

$$\text{বয়েল সূত্রানুসারে, } P_1 V_1 = P_2 V_2$$

$$P_1 = 1 \text{ বায়ুচাপ (atmos.)} \quad P_2 = x \text{ বায়ুচাপ (atmos.)}$$

$$V_1 = 400 \text{ ঘনফুট (c. ft.)} \quad V_2 = 3 \text{ ঘনফুট (c. ft.)}$$

$$\therefore 1 \times 400 = x \times 3$$

$$\therefore x = \frac{400}{3} \text{ বা } 133.3 \text{ বায়ুচাপ (atmos.)।}$$

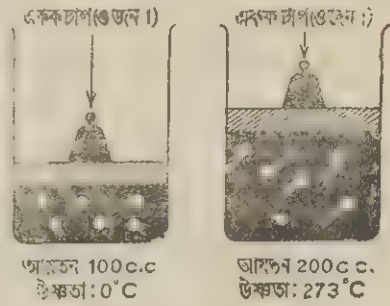
গ্যাসের আয়তনের উপর তাপের প্রভাবঃ

চার্লস সূত্র

চাপ বৃদ্ধির সহিত যেমন যে-কোন গ্যাসের আয়তন কমে এবং চাপ হ্রাসের সহিত উহার আয়তন বাড়ে, তেমনই পরীক্ষা হইতে লক্ষ্য করা যায় যে, তাপ বৃদ্ধির সহিত যে কোন গ্যাসেরই আয়তন বাড়ে এবং তাপ হ্রাসের সহিত গ্যাসের আয়তন কমে। সকল গ্যাসের ক্ষেত্রেই এই আয়তনের হ্রাসবৃদ্ধির মান সমান হয়।

শুধুমাত্র তাপের হ্রাসবৃদ্ধির সহিত আয়তনের হ্রাসবৃদ্ধির যথার্থ সম্পর্কটি পরীক্ষা করিতে হইলে, আয়তনের হ্রাসবৃদ্ধি অত যে কারণে ঘটে অর্থাৎ চাপে—সেই চাপকে নিত্য রাখিয়া পরীক্ষা প্রয়োজন। এই পরীক্ষায় থার্মোমিটার যুক্ত একটি জলাধারে, একটি পিস্টনযুক্ত মাপক চোঙে কিছু গ্যাস রাখা হইল এবং পিস্টনটির উপর একটি ওজন রাখা হইল; এই ওজনটি পিস্টনকে নীচে ঠেলিবে এবং গ্যাসের

চাপ, পিস্টনকে উপরে তৈলিবে (চিত্র নং 5'5)। সামান্যবসায়, পিস্টনটি স্থির হইয়া অবস্থান করিলে পিস্টনের উপরের ওজন, মানক চোঙের ভিতরের গ্যাসচাপের সমান। এই অবস্থায় গ্যাসটির আয়তন পরিমাপ করা হইল। ধরা যাক 0°C উষ্ণতায় এই আয়তন 100 মিলি-লিটার। এখন চোঙটিকে একটি থার্মোমিটার যুক্ত উষ্ণ জলাধারে স্থাপন করিলে দেখা যাইবে ভিতরের গ্যাসের প্রসারণ ঘটিয়াছে এবং পিস্টনটি উপরে সামান্য তৈলিয়া উঠিয়াছে। পিস্টনের উপরের ওজনটি একই রাখা হয়।



চিত্র. নং 5'5

অর্থাৎ, এই প্রসারিত আয়তনের অবস্থায় গ্যাসের প্রযুক্ত চাপ একই থাকে। জলাধারে যুক্ত থার্মোমিটার পাঠ করিয়া গ্যাসটিতে প্রযুক্ত উষ্ণতা জানা যায়। ধরা যাক প্রযুক্ত উষ্ণতা 1°C ; এই উষ্ণতায় গ্যাসটির আয়তন পরিমাপ করিলে দেখা যায় উহার আয়তন এখন 100'366 মিলি-লিটার। অনুরূপভাবে, জলাধারের 2°C উষ্ণতায়, গ্যাসটির আয়তন দেখা যায় 100'732 মিলিলিটার। অর্থাৎ প্রতি 1°C উষ্ণতা বৃদ্ধির সহিত 0'366 মিলিলিটার (বা ত্রুটির ভাগ) করিয়া আয়তন বাড়িতেছে। এতএব 273°C উষ্ণতাবৃদ্ধি ঘটিলে, গ্যাসটির আয়তন দাঁড়াইবে $(100 + 273 \times 0'366)$ বা 200 সি. সি. অর্থাৎ আদি আয়তনের দ্বিগুণ।

লক্ষ্যণীয়, গ্যাসটির আয়তন দ্বিগুণ হইলেও, সেন্টিগ্রেড স্কেলে উষ্ণতায় দ্বিগুণ বৃদ্ধি কিন্তু ঘটে নাই। সেন্টিগ্রেড স্কেলের পরিবর্তে যদি অ্যাবসোলিউট ($^{\circ}\text{A}$) বা কেলভিন স্কেলে ($^{\circ}\text{K}$) উষ্ণতা মাপা হইত—

উষ্ণতা সেন্টিগ্রেড স্কেলে	উষ্ণতা অ্যাবসোলিউট স্কেলে	গ্যাসের আয়তন
0°C	$(0 + 273) = 273^{\circ}\text{A}$	100 সি. সি.
273°C	$(273 + 273) = 546^{\circ}\text{A}$	200 সি. সি.

অর্থাৎ অ্যাবসোলিউট স্কেলের পরিমাপে পরীক্ষাধীন উষ্ণতা দুইটি যেমন দ্বিগুণ হইয়াছে, তেমনি পরীক্ষাধীন দুইটি ক্ষেত্রে গ্যাসের আয়তনও দ্বিগুণ হইয়াছে। সুতরাং অ্যাবসোলিউট উষ্ণতার পরিবর্তনের সহিত গ্যাসের আয়তনের পরিবর্তন সমানুপাতিক।

* 273°C -এর পরিবর্তে $273'16^{\circ}\text{C}$ উষ্ণতাই এক্ষেত্রে সূক্ষ্ম এবং সঠিক গণনা। গাণিতিক সমাধানের সুবিধার্থে 273°C সংখ্যাটিই গণনা কার্যে ব্যবহার করা হয়।

উপরের এই পরীক্ষালব্ধ ফলাফলের ভিত্তিতে, অবাসোলিউট বা পরম উষ্ণতার সহিত গ্যাসের আয়তনের যে গাণিতিক সম্পর্ক উহাই চার্লস তাঁহার বিখ্যাত হুজে প্রস্তাব করেন।

চার্লস সূত্র : 1. স্থির চাপে, প্রতি 1 C উষ্ণতা বৃদ্ধি বা হ্রাসের সহিত যে-কোন নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের আয়তন $\frac{1}{273}$ ভাগ বাড়ে বা কমে।

2. স্থির চাপে একটি নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের আয়তন উহার অবাসোলিউট স্কেলে প্রকাশিত উষ্ণতার সমানুপাতিক।

অর্থাৎ, স্থির চাপে, একটি নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের উপর প্রযুক্ত উষ্ণতা ($T^\circ A$) বৃদ্ধি করিলে গ্যাসের আয়তন (V) বৃদ্ধি পায়, এবং প্রযুক্ত উষ্ণতা হ্রাস করিলে গ্যাসের আয়তন হ্রাস পায়; বা, $V \propto T$ ।

চার্লস হুজের প্রথম অংশটি বস্তুতঃ বহু পরীক্ষার ভিত্তিতে প্রাপ্ত একটি সাধারণ পর্যবেক্ষণ ফল মাত্র। চার্লস হুজের প্রকৃত হুজে উহার দ্বিতীয় অংশটি। প্রথম হুজের অসুসিদ্ধান্ত রূপেই দ্বিতীয় অংশটি প্রতিষ্ঠিত।

ধরা যাক, স্থির চাপে $0^\circ C$ উষ্ণতায় গ্যাসের আয়তন V_0

$$t_1^\circ C \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad V_1$$

$$t_2^\circ C \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad V_2$$

চার্লস হুজের প্রথম অংশের ভিত্তিতে—

$$V_1 = V_0 \left(1 + \frac{t_1}{273} \right) = V_0 \left(\frac{273 + t_1}{273} \right)$$

$$V_2 = V_0 \left(1 + \frac{t_2}{273} \right) = V_0 \left(\frac{273 + t_2}{273} \right)$$

$$\text{অতএব, } \frac{V_1}{V_2} = \frac{V_0 \left(\frac{273 + t_1}{273} \right)}{V_0 \left(\frac{273 + t_2}{273} \right)} = \frac{273 + t_1}{273 + t_2} = \frac{T_1}{T_2}$$

(T_1, T_2 অবাসোলিউট স্কেলে প্রকাশিত উষ্ণতা)

$$\therefore \frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} \text{ বা, } V \propto T.$$

চার্লস সূত্রের গাণিতিক তাৎপর্য :

গাণিতিক অর্থে, কোন স্থির চাপ P -তে এবং $T_1^\circ A$ উষ্ণতায় কোন গ্যাসের আয়তন যদি V_1 হয়, তাহা হইলে চার্লস হুজানুযায়ী,

$$V_1 \propto T_1 \text{ বা } V_1 = K_1 T_1 \text{ [} K_1 = \text{অনুপাত ধ্রুবক]}$$

$$\text{বা } \frac{V_1}{T_1} = K_1$$

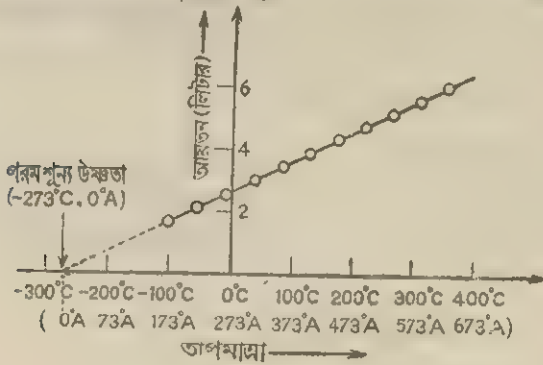
আবার ঐ স্থির চাপ P -তে এবং T_2 °A উষ্ণতায় যদি ঐ গ্যাসের আয়তন V_2 হয়, তাহা হইলে চার্লস স্ফ্রাবলী,

$$V_2 \propto T_2 \text{ বা, } V_2 = K_1 T_2 \text{ বা, } \frac{V_2}{T_2} = K_1$$

$$\therefore \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

$$\text{এইরূপে, } \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} = \frac{V_3}{T_3} = \dots \dots \dots = \frac{V_n}{T_n}$$

এই সম্পর্কানুযায়ী বিভিন্ন পরীক্ষা হইতে গ্যাসের আয়তন V_1, V_2, V_3 ইত্যাদি এবং যথাক্রমিক উষ্ণতা T_1 °A, T_2 °A, T_3 °A ইত্যাদি একটি লেখচিত্রে প্রকাশ করিলে একটি সরলরেখা পাওয়া যায় :



চিত্র 5'6'

এই লেখচিত্রে লব্ধ সরলরেখাটি দক্ষিণ হইতে বরাবর বামদিকে সম্প্রসারিত করিলে উহা শেষ পর্যন্ত -273 °C উষ্ণতায় অক্ষকে স্পর্শ করে, অর্থাৎ ঐ উষ্ণতায় $[(-273^\circ\text{C} + 273^\circ\text{C})$ বা 0°A উষ্ণতায়] যে-কোন গ্যাসের আয়তন শূন্য হইয়া যায়। এই উষ্ণতাটিকে পরম শূন্য উষ্ণতা (absolute zero temperature) বলা হয় (চিত্র নং 5'6)।

চরম উষ্ণতায় যে-কোন গ্যাসের আয়তন শূন্য, অর্থাৎ ইহার নিম্নতর উষ্ণতায় কোন গ্যাসের অস্তিত্ব সম্ভব নয়। যদি ঐ উষ্ণতার নিম্নে গ্যাসের অস্তিত্ব সম্ভব হইত, প্রসারিত সরলরেখাটিকে বামদিকে আরও সম্প্রসারিত করিলে উহা আরও প্রসারিত হইয়া অক্ষের নিম্নে অর্থাৎ ঋণাত্মক আয়তন (negative volume) স্হচনা করিত; ইহা গাণিতিক অর্থে অসম্ভব।

পরম শূন্য উষ্ণতায় গ্যাসের আয়তন যে প্রকৃতই শূন্য হইয়া যায়, অন্যভাবেও এই সিদ্ধান্তে পৌছান যায়। চার্লস স্ফ্রাবলী অনুযায়ী, প্রতি 1°C উষ্ণতা বৃদ্ধির সহিত

গ্যাসের আয়তন $\frac{27}{273}$ ভাগ বাড়ে এবং প্রতি 1°C উষ্ণতা ব্রাসের সহিত গ্যাসের আয়তন $\frac{27}{273}$ ভাগ কমে।

ধরা যাক, 0°C উষ্ণতায় কোন গ্যাসের আয়তন V_0 সি. সি.

$\therefore -1^\circ\text{C}$ উষ্ণতায় ঐ গ্যাসের আয়তন $V_0 (1 - \frac{1}{273})$ সি. সি.

$\therefore -2^\circ\text{C}$ উষ্ণতায় ঐ গ্যাসের আয়তন $V_0 (1 - \frac{2}{273})$ সি. সি.

$\therefore -273^\circ\text{C}$ উষ্ণতায় ঐ গ্যাসের আয়তন $V_0 (1 - \frac{273}{273})$ সি. সি. = 0 সি. সি.

অর্থাৎ -273°C বা 0°A উষ্ণতায় গ্যাসের আয়তন শূন্য হইয়া যায়।

গাণিতিক উদাহরণ

(1) প্রমাণ চাপে ও প্রমাণ উষ্ণতায়, কোন গ্যাসের আয়তন 760 মিলিলিটার। 27°C উষ্ণতা বৃদ্ধি করিলে, গ্যাসটির আয়তন কত বৃদ্ধি পাইবে?

$$\text{চাপস্বরূপ অনুসারে, } \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

$$V_1 = 760 \text{ মিলিলিটার}$$

$$T_1 = 0^\circ\text{C}$$

$$= (0 + 273)^\circ\text{A}$$

$$= 273^\circ\text{A}$$

$$V_2 = x \text{ মিলিলিটার}$$

$$T_2 = 27^\circ\text{C}$$

$$= (27 + 273)^\circ\text{A}$$

$$= 300^\circ\text{A}$$

$$\text{অতএব, } \frac{760}{273} = \frac{x}{300}$$

$$\therefore x = \frac{760 \times 300}{273} \text{ মিলিলিটার} = 835.1 \text{ মিলিলিটার}$$

অতএব আয়তন বৃদ্ধি ঘটিবে = $835.1 - 760$ বা 75.1 মিলিলিটার।

(2) 450°K উষ্ণতায় ও 75 মিলিমিটার Hg চাপে 3 গ্রাম নাইট্রোজেনের আয়তন 12.3 লিটার। উষ্ণতা 300°K হইলে, উহার আয়তন কত হইবে?

$$\text{চাপস্বরূপ অনুসারে, } \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

$$V_1 = 12.3 \text{ লিটার}$$

$$T_1 = 450^\circ\text{K}$$

$$= 450^\circ\text{A}$$

$$V_2 = x \text{ লিটার}$$

$$T_2 = 300^\circ\text{K}$$

$$= 300^\circ\text{A}$$

$$[^\circ\text{K} = ^\circ\text{A}]$$

$$\text{অতএব, } \frac{12.3}{450} = \frac{x}{300}$$

$$\therefore x = \frac{12.3 \times 300}{450} \text{ বা } 8.2 \text{ লিটার।}$$

● চার্লস সূত্রের অনুসিদ্ধান্ত : স্থির চাপে গ্যাসের ঘনত্ব ও প্রযুক্ত উষ্ণতার সম্পর্ক :

গ্যাসের আয়তনের (I) সহিত উষ্ণতার ঘনত্ব (D) ব্যাস্ত্রপাতিক (কারণ $M = VD$, বা $D = \frac{M}{V}$) ; বা, $V \propto \frac{1}{D}$) ।

চার্লস সূত্র হইতে পাওয়া যায় যে, $V \propto T$

অতএব, $\frac{1}{D} \propto T$, বা $D \propto \frac{1}{T}$

অর্থাৎ, স্থির চাপে গ্যাসের ঘনত্ব উষ্ণতার উপর প্রযুক্ত আ্যবসোলিউট উষ্ণতার ব্যাস্ত্রপাতিক ।

স্থির চাপে, গ্যাসের উষ্ণতা যদি কার্যে উষ্ণতার ঘনত্ব কমে ও উষ্ণতা কমিলে ঘনত্ব বাড়ে ।

পূর্বোক্ত প্রক্রিয়াসাবে, মনোমিটার দেখান যাক যে, স্থির চাপে এবং T_1 A, T_2 A, T_3 A প্রভৃতি উষ্ণতায় গ্যাসের ঘনত্ব যথাক্রমে D_1 , D_2 , D_3 ও গাঢ়ি চলিলে

$$D_1 T_1 = D_2 T_2 = D_3 T_3 \dots\dots = D_n T_n.$$

সম্মিলিত গ্যাস সূত্র : “অবস্থা সমীকরণ”

(Combined gas equation or Equation of state)

যে কোন* গ্যাসের একটি নির্দিষ্ট ভর (অর্থাৎ নির্দিষ্ট মোল) তিনটি সূত্রেই অধীন,—

- (i) বয়েল সূত্র : নিম্ন উষ্ণতায়, গ্যাসের আয়তন—চাপের ব্যাস্ত্রপাতিক ।
- (ii) চার্লস সূত্র : নিম্ন চাপে, গ্যাসের আয়তন—উষ্ণতার (A) সমান্তরালিক ।
- (iii) অ্যাভোগাড্রো সূত্র : (a) একই উষ্ণতা ও চাপে সম-আয়তন গ্যাসে সম-সংখ্যক গ্যাস অণু (বা মোল) থাকে । (b) প্রচলিত উষ্ণতা ও চাপে 1 মোল গ্যাস অণুর আয়তন 22.4 লিটার ।

* যদিও অত্যধিক চাপের ক্ষেত্রে গ্যাসের আয়তন ও চাপের সম্পর্ক, শুধু ব্যাস্ত্রপাতিক হইবে কোন গ্যাসের নির্দিষ্ট সীমার মধ্যে পর্য্যন্তই বৈধ হইবে বাকিটা যে কোন গ্যাসের ক্ষেত্রেই, বস্তুতঃ গ্যাসের প্রকৃতি অনুসৃত হয় বলিয়া ধরিয়া লওয়া হয় ।

এই তিনটি সূত্রকে একত্র করিয়া একটি সাধারণ বা সংযুক্ত সমীকরণ পাওয়া যায় ; সমীকরণের এই রূপটিকে “অবস্থা সমীকরণ”* (Equation of state) বলা হয়।

এই সমীকরণে গ্যাসের যে কোন অবস্থা হইতে অত্ৰ অবস্থায় পরিবর্তন ঘটিলে—চারটি চল (variable) P , V , T এবং n (মোলের সংখ্যা)-এর একটির আপেক্ষিকে অত্ৰগুলির আপেক্ষিক পরিবর্তন জানা যায়।

গাণিতিক প্রস্তাবে,

বয়েল সূত্র : $V \propto \frac{1}{P}$, T এবং n নিত্য

চার্লস সূত্র : $V \propto T$, P এবং n নিত্য

অ্যাভোগাড্রো সূত্র : $V \propto n$, T এবং P নিত্য

অতএব ভেদ-সূত্র (law of variation) অনুসারে,

$$V \propto \left(\frac{1}{P}\right)(T)(n) \quad \text{যখন } T, P, n \text{ তিনটি চল}$$

$$\therefore V = R\left(\frac{1}{P}\right)(T)(n) \quad R = \text{সাম্ম-ধ্রুবক}$$

$$\text{বা, } PV = n.RT$$

এই সমীকরণটিকেই “অবস্থা সমীকরণ” (Equation of state) বলা হয়।

এই সমীকরণ সকল গ্যাসের ক্ষেত্রেই প্রযোজ্য ; ইহা কোন নির্দিষ্ট গ্যাসের প্রকৃতি বা ধর্মের উপর নির্ভরশীল নয়। এই সমীকরণে, R ধ্রুবকটিকে “মৌল গ্যাস ধ্রুবক” (Universal Gas Constant) বা আণব ধ্রুবক বলা হয়। R -এর মান সকল গ্যাসের ক্ষেত্রেই এক।

মৌল গ্যাস ধ্রুবকের মান নির্ণয়

প্রমাণ উষ্ণতা ও চাপে, বা S. T. P.* তে গ্যাসের 1 মোল অণুর ক্ষেত্রে $PV = nRT$ সমীকরণ প্রয়োগ করিয়া R -এর মান নির্ণয় করা যায়।

* অবস্থা সমীকরণ এবং গ্যাসের আণবিক ওজন ও ঘনত্ব :

$$PV = nRT \text{ এই সমীকরণটিকে, মোলের ধারণার পরিপ্রেক্ষিতে লেখা যায় } PV = \frac{W}{M}.RT$$

[W = গৃহীত গ্যাসের ওজন ; M = গ্যাসের আণবিক ওজন]

$$\therefore M = \frac{W.RT}{PV}$$

এই সমীকরণে, W , R , T , P ও V এর মান জানা থাকিলে, M বা গ্যাসের আণবিক ওজন গণনা করা যায়।

গৃহীত গ্যাসের ওজনের পরিবর্তে, গৃহীত গ্যাসের ঘনত্ব (D) জানা থাকিলে, উপরোক্ত সমীকরণটির রূপ

$$M = D \cdot \frac{RT}{P} \quad \left(\because D = \frac{W}{V} \right)$$

† বস্তুত “অবস্থা সমীকরণ সূত্রটি” প্রকৃত গ্যাসের ক্ষেত্রেই যথার্থ প্রযোজ্য। সাধারণভাবে সকল গ্যাসই, এই সমীকরণের অধীন বলিয়া, ধরিয়া লওয়া হয়।

1. লিটার অ্যাটমোসফিয়ার এককে R এর মান :

S. T. Pতে— $P=1$ অ্যাটমোসফিয়ার, $T=273$ A, এবং V (1 মোল গ্যাস-অণুর ক্ষেত্রে) = 22.4 লিটার ।

$$\therefore R = \frac{PV}{nT} = \frac{1 \times 22.4}{1 \times 273}$$

= 0.082 লিটার-অ্যাটমোসফিয়ার প্রতি ডিগ্রি প্রতি গ্রাম অণু ।

অর্থাৎ R ধ্রুবকের মান 0.082 কোন সংযুক্ত সমীকরণে ব্যবহার করিলে— P -এর একক-বায়ুচাপ (atmosphere), V -এর একক-লিটার, n মোলের সংখ্যা এবং T অবাসোলিউট মানে প্রকাশ করা আবশ্যিক ।

2. C. G. S. এককে R এর মান :

C. G. S এককে P -র চাপ মাপা হয় প্রতি বর্গ সেন্টিমিটারে ডাইন (dyne) এককে ; V বা আয়তন মাপা হয় বর্ন সেন্টিমিটার (c. c) এককে ; এবং T বা উষ্ণতা মাপা হয় A (অবাসোলিউট স্কেলে) ।

আবার 0°C তাপমাত্রায় পারদের ঘনত্ব = 13.6 গ্রাম / সি. সি

অভিকর্ষাক (g) - 981 সে. মি. / সেকেন্ড²

\therefore 1 অ্যাটমোসফিয়ার চাপ = $76 \times 13.6 \times 981$ ডাইন / সে. মি.²

অ্যাভোগাড্রো প্রকল্প অনুসারে, 1 গ্রাম অণু গ্যাসের আয়তন (N. T. Pতে)
= 22400 সি. সি. (সি. সি. = সে. মি.³)

$$\text{সুতরাং } R = \frac{PV}{T} \quad (1 \text{ মোল গ্যাস অণুর ক্ষেত্রে })$$

$$= 76 \times 13.6 \times 981 \frac{\text{ডাইন}}{\text{সে. মি.}^2} \times \frac{22400 \text{ সে. মি.}^3}{273 \text{ ডিগ্রী}}$$

$$= \frac{76 \times 13.6 \times 981 \times 22400}{273} \text{ আর্গ প্রতি ডিগ্রী গ্রাম অণু}$$

$$= 8.315 \times 10^7 \text{ আর্গ প্রতি ডিগ্রী / গ্রাম অণু}$$

3. ক্যালোরিতে R এর মান :

1 ক্যালোরি (Calorie) = 4.184 জুল (Joule)

$$= 4.184 \times 10^7 \text{ আর্গ} \quad [\because 1 \text{ জুল} = 10^7 \text{ আর্গ}]$$

C. G. S এককে

$$R = 8.315 \times 10^7 \text{ আর্গ প্রতি ডিগ্রী / গ্রাম অণু}$$

$$= \frac{8.315 \times 10^7}{4.184 \times 10^7} \text{ ক্যালোরি প্রতি ডিগ্রী / গ্রাম-অণু}$$

$$= 1.987 \text{ বা প্রায় } 2 \text{ ক্যালোরি প্রতি ডিগ্রী / গ্রাম-অণু}$$

● কোন উষ্ণতায় গ্যাসের চাপ ও আয়তনের সহিত অণু উষ্ণতায় গ্যাসের চাপ ও আয়তনের সম্পর্ক :

গ্যাসের 1 মোলের ক্ষেত্রে ($n=1$), সংযুক্ত সমীকরণটি সরলতরুপে প্রকাশ করিয়া লেখা যায় :

$$\frac{PV}{T} = R = \text{ধ্রুবক}$$

ধরা যাক, P_1 চাপে এবং T_1 A উষ্ণতায় কোন গ্যাসের (1 মোলের) আয়তন V_1 , এবং P_2 চাপে ও T_2 A উষ্ণতায় ঐ গ্যাসের (1 মোলের) আয়তন V_2 .

$$\text{অতএব } \frac{P_1 V_1}{T_1} = R \text{ এবং } \frac{P_2 V_2}{T_2} = R$$

$$\therefore \frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$

এই সমীকরণটিতে গ্যাসের ছয়টি 'চলের' বা নিয়ামকের মধ্যে যে-কোন পাঁচটি জানা থাকিলে ষষ্ঠটিকে সহজেই গণনা করা যায়।

এই সমীকরণটি নানা রাসায়নিক গণনার ক্ষেত্রে বিশেষ গুরুত্বপূর্ণ।

এই সমীকরণটি গ্যাসের ঘনত্বের সহিত সম্পর্কিত করিয়া প্রকাশ করিলে,

$$\frac{P_1}{D_1 T_1} = \frac{P_2}{D_2 T_2}$$

[$D_1 = T_1$ উষ্ণতায় ঘনত্ব ; $D_2 = T_2$ উষ্ণতায় ঘনত্ব]

● স্থির আয়তনে প্রযুক্ত উষ্ণতার সহিত গ্যাসের চাপের সম্পর্ক :

সংযুক্ত সমীকরণ হইতে জানা যায়, T_1 উষ্ণতায় যদি গ্যাসের চাপ P_1 ও আয়তন V_1 হয় এবং T_2 উষ্ণতায় গ্যাসের চাপ যদি P_2 ও আয়তন V_2 হয়

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$

কোন পরীক্ষায় যদি আয়তন স্থির রাখা হয়, $V_1 = V_2$

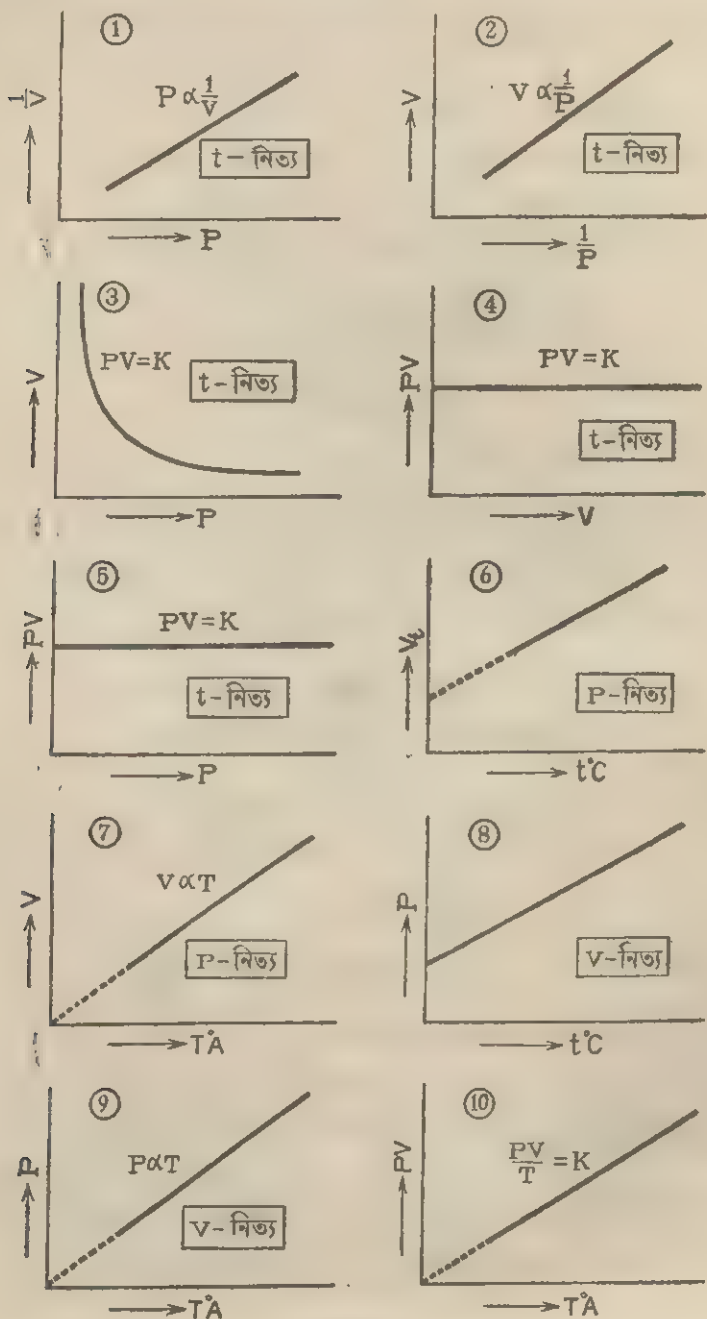
$$\therefore \frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} \text{ বা } \frac{P}{T} = \text{নিত্য বা, } P \propto T$$

স্থির আয়তনে একটি নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের চাপ গ্যাসটির উপর অ্যাবসোলিউট স্কেলে প্রযুক্ত উষ্ণতার সমানুপাতিক।

বয়েল সূত্র, চার্লস সূত্র ও সংযুক্ত সমীকরণের ভিত্তিতে নানা লেখচিত্রের রূপ :

বয়েল সূত্র, চার্লস সূত্র ও সংযুক্ত সমীকরণের ভিত্তিতে—নানা সিদ্ধান্ত ও অনুসিদ্ধান্তের যে ফলগুলি পূর্বে আলোচনা করা হইয়াছে, ঐগুলির অনুসারে P , V , T প্রভৃতির পারস্পরিক সম্পর্কগুলিকে বিশেষ বিশেষ শর্তে, বিশেষ বিশেষ লেখচিত্রে প্রকাশ করা যায় (চিত্র নং 5'7)।

নিম্নে P , V , T সংক্রান্ত কতকগুলি সম্পর্ককে, কতকগুলি লেখচিত্রে দেখান হইয়াছে—



চিত্র 5.7

সম্মিলিত গ্যাস সূত্রের গাণিতিক উদাহরণ

(1) 15°C উষ্ণতা ও 780 মিলিমিটার চাপে একটি গ্যাসের আয়তন 10 লিটার।
 10°C উষ্ণতা ও 740 মিলিমিটার চাপে এই গ্যাসটির আয়তন কত?

সংযুক্ত সমীকরণ অনুসারে, $\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$

$P_1 = 780$ মিলিমিটার

$P_2 = 740$ মিলিমিটার

$V_1 = 10$ লিটার

$V_2 = x$ লিটার

$T_1 = 15^{\circ}\text{C} = (273 + 15)^{\circ}\text{A}$

$T_2 = 10^{\circ}\text{C} = (273 + 10)^{\circ}\text{A}$

$= 288^{\circ}\text{A}$

$= 283^{\circ}\text{A}$

অতএব, $\frac{780 \times 10}{288} = \frac{740 \times x}{283}$

$\therefore x = \frac{780 \times 10 \times 283}{288 \times 740}$ বা 10.36 লিটার।

\therefore নির্ণেয় আয়তন = 10.36 লিটার।

(2) 27°C উষ্ণতা ও 760 মিলিমিটার চাপে একটি গ্যাসের ঘনত্ব 14 ; 7°C উষ্ণতা ও 740 মিলিমিটার চাপে, এই গ্যাসটির ঘনত্ব কত?

সংযুক্ত সমীকরণ অনুসারে, $\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$

বা $\frac{P_1}{D_1 T_1} = \frac{P_2}{D_2 T_2} \quad \left[\because V \propto \frac{1}{D} \right]$

$P_1 = 760$ মিলিমিটার

$P_2 = 740$ মিলিমিটার

$D_1 = 14$

$D_2 = x$

$T_1 = (273 + 27)^{\circ}\text{A}$

$T_2 = (273 + 7)^{\circ}\text{A}$

$= 300^{\circ}\text{A}$

$= 280^{\circ}\text{A}$

অতএব, $\frac{760}{14 \times 300} = \frac{740}{x \times 280}$

বা, $x = \frac{740 \times 14 \times 300}{760 \times 280} = 14.6$

অতএব, নির্ণেয় ঘনত্ব = 14.6.

(3) 27°C উষ্ণতা ও 750 মি. মি. চাপে কোন গ্যাস মিশ্রে আয়তন অনুপাতে 80% CO ও 20% CO_2 আছে। মিশ্রটির 1.52 লিটারে, কত গ্রাম CO_2 আছে?

[নতুন উচ্চ মাধ্যমিক '78]

গ্যাস মিশ্রটিতে আয়তন অনুপাতে 20% CO_2 আছে। অতএব 1.52 লিটার

মিশ্রে CO_2 এর আয়তন $\frac{1.52 \times 20}{100}$ বা 0.304 লিটার বা, 304 মি. লি.

$$\begin{aligned} P_1 &= 750 \text{ মি. মি.} & P_2 &= 760 \text{ মি. মি.} \\ V_1 &= 304 \text{ মি. লি.} & V_2 &=? \\ T_1 &= 273 + 27 = 300^\circ \text{A} & T_2 &= 273^\circ \text{A} \end{aligned}$$

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$

$$\frac{750 \times 304}{300} = \frac{760 \times V_2}{273}$$

$$\text{বা } V_2 = \frac{750 \times 304 \times 273}{300 \times 760} \text{ মি. লি. বা } 273 \text{ মি. লি.}$$

অতএব, N. T. P'তে CO_2 এর আয়তন 273 মি. লি.

N. T. P'তে 22400 মি. লি. CO_2 এর ওজন 44 গ্রাম

$$\therefore \dots 273 \text{ মি. লি.} \dots \dots \dots \frac{273 \times 44}{22400}$$

বা, 0.5362 গ্রাম

সুতরাং, মিশ্রটিতে CO_2 এর ওজন = 0.5362 গ্রাম।

(4) একটি গ্যাসাধারে 2.82 লিটার জল ধরে। এই গ্যাসাধারটি 20°C উষ্ণতা ও 20 বায়ুচাপে বায়ুপূর্ণ আছে। 21 সে. মি. ব্যাসযুক্ত কতকগুলি বেলুন লওয়া হইল। প্রমাণ উষ্ণতা ও চাপে, এই গ্যাসাধারের বায়ু দ্বারা কতগুলি বেলুন বায়ুপূর্ণ করা যাইবে?

$$\begin{aligned} \text{প্রতি বেলুনের আয়তন} &= \frac{4}{3} \pi r^3 \text{ মি. মি.} \\ &= \frac{4}{3} \times \frac{22}{7} \times (10.5)^3 \text{ মি. মি.} \\ &= 4.85 \text{ লিটার} \end{aligned}$$

গ্যাসাধারে 20°C উষ্ণতা ও 20 বায়ুচাপে 2.82 লিটার বায়ু আছে। N.T.P'তে গ্যাসাধারে বায়ুর আয়তন যদি V_2 হয়—

$$\begin{aligned} P_1 &= 20 \text{ বায়ুচাপ} & P_2 &= 1 \text{ বায়ুচাপ} \\ V_1 &= 2.82 \text{ লিটার} & V_2 &=? \\ T_1 &= (273 + 20)^\circ \text{A} & T_2 &= 273^\circ \text{A.} \end{aligned}$$

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$

$$\frac{20 \times 2.82}{293} = \frac{1 \times V_2}{273}$$

$$V_2 = \frac{20 \times 2.82 \times 273}{293} \text{ লিটার বা } 52.51 \text{ লিটার}$$

প্রতি বেলুনের আয়তন 4.85 লিটার

$$\therefore \text{নির্ণেয় বেলুনের সংখ্যা} = \frac{52.51}{4.85} = 10.08.$$

(5) 0°C উষ্ণতা হইতে একটি গ্যাসের উষ্ণতা বৃদ্ধি করিয়া দেখা গেল উহার আয়তন দ্বিগুণিত হইয়াছে এবং চাপ 70 সে. মি. হইতে 80 সে. মি. হইয়াছে ; উষ্ণতা বৃদ্ধির পরিমাণ কত ?

ধরা যাক নির্ণেয় উষ্ণতা $= x^{\circ}\text{A}$

$$P_1 = 700 \text{ মি. মি.}$$

$$P_2 = 800 \text{ মি. মি.}$$

$$V_1 = 1V$$

$$V_2 = 2V$$

$$T_1 = (273 - 0) \text{ A}$$

$$T_2 = x \text{ A}$$

$$\therefore \frac{700 \times V}{273} = \frac{800 \times 2V}{x}$$

$$x = \frac{800 \times 2V \times 273}{700 \times V}$$

$$= 624^{\circ}\text{A}$$

$$= (624 - 273)^{\circ}\text{C বা } 351^{\circ}\text{C.}$$

(6) একটি বদ্ধ পাত্রে 500 মি. লি. নাইট্রোজেন লইয়া 27°C হইতে 127°C উত্তপ্ত করা হইল। নর্মাল চাপের তুলনায়, বর্ধিত ন্তন চাপের পরিমাণ নির্ণয় কর।

যেহেতু পাত্রটি বদ্ধ, সেহেতু উত্তপ্ত হইলেও গ্যাসটির আয়তন বৃদ্ধি ঘটবে না ; অর্থাৎ গ্যাসের আয়তন নিত্যই থাকিবে।

আমরা জানি, স্থির আয়তনে গ্যাসের চাপ অ্যাবসোলিউট স্কেলে প্রকাশিত উষ্ণতার সমানুপাতিক (পূর্বে আলোচনা দ্রষ্টব্য)

$$\therefore \frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$$

$$\text{বা } \frac{P_1}{273 + 27} = \frac{P_2}{273 + 127}$$

$$\text{বা } \frac{P_1}{300} = \frac{P_2}{400}$$

$$\text{বা } P_2 = \frac{4}{3} P_1$$

গ্যাসটির আদিচাপ P_1 যদি নর্মাল চাপ (760 মি. মি.) হয়, ন্তন বর্ধিত চাপ হইবে $= \frac{4}{3} \times$ নর্মাল চাপ বা $\frac{4}{3} \times 760$ মি. মি. বা 1013.3 মি. মি.

(7) 27°C উষ্ণতা ও 770 মি. মি. চাপে কোন গ্যাসের 243 মি. লি. পরিমাণের ওজন 0.289 গ্রাম ; গ্যাসটির আণবিক ওজন কত ?

ধরা যাক N. T. P.তে প্রদত্ত গ্যাসের আয়তন V_2 মি. লি.

$$P_1 = 770 \text{ মি. মি.}$$

$$P_2 = 760 \text{ মি. মি.}$$

$$V_1 = 243 \text{ মি. লি.}$$

$$V_2 = ?$$

$$T_1 = (273 + 27)^{\circ}\text{A}$$

$$T_2 = 273^{\circ}\text{A}$$

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$

$$\frac{770 \times 243}{300} = \frac{760 \times V_2}{273}$$

$$V_2 = \frac{770 \times 243 \times 273}{300 \times 760} \text{ মি. লি.}$$

$$= 224.1 \text{ মি. লি.}$$

224.1 মি. লি. গ্যাসের N. T. P'তে ওজন 0.289 গ্রাম

$$\therefore 22400 \text{ ,, ,, ,, ,, } \frac{22400 \times 0.289}{224.1}$$

$$\text{বা } 28.89$$

অতএব গ্যাসটির আপেক্ষিক ওজন = 28.89.

(8) 200 সি. সি. অক্সিজেন লইয়া দেখা গেল উহার ঘনত্ব 16 ; উহার উপর চাপ পরিবর্তন করিয়া দেখা গেল উহার ঘনত্ব পরিবর্তিত হইয়া 11 হইয়াছে ; পরিবর্তিত আয়তন নির্ণয় কর।

ধরা যাক পরিবর্তিত আয়তন V_1

গ্যাস সূত্রাবলী হইতে আমরা জানি

$$\frac{V}{P} = \frac{P_1}{P} = \frac{D_1}{D} \quad \left(\because P \propto \frac{1}{V} \text{ এবং } P \propto D \right)$$

$$\text{বা } \frac{200}{V_1} = \frac{11}{16} \quad \therefore V_1 = \frac{200 \times 16}{11} = 290.9 \text{ সি. সি.}$$

(9) 27°C উষ্ণতা ও 1 বায়ুচাপে 5 লিটার CO_2 গ্যাসে কত মোল CO_2 আছে ? আমরা জানি, মোলের সংখ্যা n হইলে, গ্যাস সূত্র হইতে

$$PV = nRT.$$

এখানে, $P = 1$ বায়ুচাপ (অ্যাটমোসফিয়ার)

$V = 5$ লিটার

$T = (273 + 27)$ বা 300°A

এবং, আয়তন ও চাপের গুণফল এককের পরিপ্রেক্ষিতে R -এর মান লিটার-অ্যাটমোসফিয়ার এককে = 0.082

$$\therefore n = \frac{PV}{RT} = \frac{1 \times 5}{0.082 \times 300} = 0.203 \text{ মোল}$$

(10) 150°C উষ্ণতা ও 760 মি. মি. চাপে কোন গ্যাসের ঘনত্ব 3.2 গ্রাম/লিটার।
গ্যাসটির আণবিক ওজন কত?

গ্যাস সূত্র হইতে, $PV = nRT$

$$= \frac{W}{M} RT \quad \left[\begin{array}{l} W = \text{গ্রহীত গ্যাসের ওজন} \\ M = \text{গ্যাসের আণবিক ওজন} \end{array} \right]$$

$$\therefore M = \frac{WR.T}{PV}$$

$$= D \cdot \frac{RT}{P} \quad [D = \text{গ্যাসের ঘনত্ব}]$$

$$\therefore M = 3.20 \times 0.082 \times \frac{(273 + 150)}{1} \quad [760 \text{ মি. মি.} = 1 \text{ বায়ুচাপ}]$$

$$= 111 \text{ (গ্রাম)}$$

অতএব গ্যাসটির আণবিক ওজন = 111.

ডাল্টনের অংশ-প্রেস সূত্র

(Dalton's Law of Partial Pressure)

কোন একক গ্যাসের আয়তনের সহিত সংশ্লিষ্ট চাপের সম্পর্কটি বয়েল সূত্র হইতে জানা যায়। কিন্তু যখন একাধিক গ্যাস একই আধারে (অর্থাৎ একই আয়তনে) আবদ্ধ থাকে, তখন সংশ্লিষ্ট মোট চাপের মধ্যে বিভিন্ন গ্যাসগুলির প্রত্যেকের চাপের অবদান কি—এই সমস্যাটির সমাধান করেন ডাল্টন। পরীক্ষাকালের ভিত্তিতে, এই সমাধানকে, ডাল্টন একটি সূত্ররূপে বিবৃত করেন। এই সূত্রটিই বিখ্যাত ডাল্টনের অংশ-প্রেস সূত্র (Dalton's Law of Partial Pressure)।

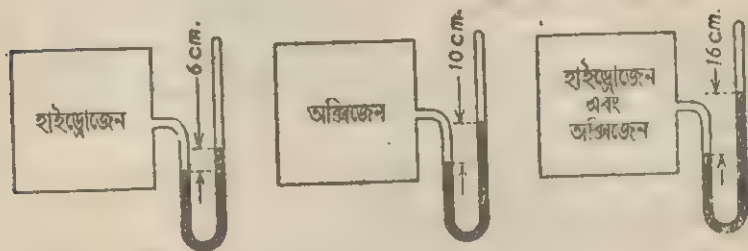
সূত্র : একাধিক গ্যাসের মিশ্রণের মোট আয়তন হইতে যে চাপ প্রযুক্ত হয়, উহা গ্যাসগুলির প্রত্যেকটির পৃথক 'অংশ-প্রেসের' (Partial Pressure) যোগফল।

গ্যাস মিশ্রণে যে কোন একটি গ্যাস এককভাবে মোট আয়তনে বর্তমান থাকিলে, যে চাপ প্রযুক্ত হয় উহাই গ্যাসটির অংশ-প্রেস।

ধরা যাক, দুইটি গ্যাস পৃথক পৃথক ভাবে V সি. সি. আয়তনে চাপ উৎপন্ন করে P_1 এবং P_2 । গ্যাস দুইটি মিশ্রিত করিয়া V সি. সি. আয়তন করিলে যদি উৎপন্ন চাপ P হয় তবে অংশ-প্রেস সূত্রানুসারে, $P = P_1 + P_2$

পরীক্ষা : 5.8 নং চিত্রে তিনটি সম-আয়তন কক্ষ আছে এবং প্রত্যেকটিতে চাপ পরিমাপের জন্য একটি করিয়া ম্যানোমিটার (monometer) যুক্ত আছে। ধরা যাক প্রথম কক্ষটিতে কিছু পরিমাণে হাইড্রোজেন গ্যাস লওয়া হইল;

ম্যানোমিটারের পাঠ হইতে দেখা গেল প্রযুক্ত চাপ 6 সে. মি.। দ্বিতীয় কক্ষটিতে



চিত্র নং ৫:৪ : ডাণ্টনের অংশ-শ্রেষ সূত্রের পরীক্ষা

কিছু পরিমাণে অক্সিজেন গ্যাস লইয়া, অনুরূপভাবে দেখা গেল প্রযুক্ত চাপ 10 সে.মি.। এখন, তৃতীয় কক্ষটিতে পূর্বোক্ত পরিমাণ হাইড্রোজেন ও পূর্বোক্ত পরিমাণ অক্সিজেন প্রবিষ্ট করিয়া দেখা গেল প্রযুক্ত চাপ 16 সে. মি.

অর্থাৎ মোট মিশ্রণের চাপ P (16 সে. মি.) = হাইড্রোজেনের প্রযুক্ত চাপ (P_H : 6 সে. মি.) + অক্সিজেনের প্রযুক্ত চাপ (P_O : 10 সে. মি.)

যদি অনেকগুলি গ্যাসের মিলিত একটি মিশ্রণের উৎপন্ন চাপ P হয়, তাহা হইলে,

$$P = P_1 + P_2 + P_3 + \dots \dots P_n$$

P_1, P_2, P_3 এগুলি উপাদান গ্যাসগুলির যথাক্রমিক অংশ-শ্রেষ। অংশ-শ্রেষ সূত্রের সাহায্যে জলের উপর সংগৃহীত কোন গ্যাসের যথার্থ চাপও গণনা করা যায়। অনেক গ্যাসই জলের অপসারণ দ্বারা সংগ্রহ করা হয়। জল যে কোন উষ্ণতায়ই একটি নির্দিষ্ট পরিমাণ জলীয় বাষ্প উৎপন্ন করে এবং এই উৎপন্ন জলীয় বাষ্পের গ্যাসমধ্য অন্তরারে একটি চাপ থাকে। এই চাপকে **জলীয় বাষ্প চাপ** (Aqueous tension) বলা হয়। প্রতি নির্দিষ্ট উষ্ণতায় উৎপন্ন জলীয় বাষ্পের চাপ নির্দিষ্ট। ইহার একটি পরিজ্ঞাত তালিকা আছে। সেই তালিকার সাহায্যে উষ্ণতা জানা থাকিলে, ঐ উষ্ণতায় জলীয় বাষ্প চাপ জানা যায়।

ধরা যাক্, কোন উষ্ণতায় ($t^\circ C$) জলের অপসারণ দ্বারা কিছু অক্সিজেন গ্যাস সংগ্রহ করা হইল এবং দেখা গেল ইহার চাপ P । এই চাপ P কিন্তু সম্পূর্ণ অক্সিজেনের প্রযুক্ত চাপ নয়। সংগ্রহকালে অক্সিজেনের সহিত যে জলীয় বাষ্প মিলিত হইয়াছে উহার চাপ এবং সংগৃহীত অক্সিজেনের চাপ, এই দুইটির মোট চাপ P । অক্সিজেনের যথার্থ চাপ যদি P_1 হয় এবং $t^\circ C$ উষ্ণতায় জলীয় বাষ্প চাপ যদি P_2 হয়,

$$P = P_1 + P_2$$

$$\therefore \text{অক্সিজেনের চাপ, } P_1 = P - P_2$$

এই তথ্যটি গ্যাস ঘটিত নানা গাণিতিক সমস্যার সমাধানে প্রযুক্ত হয়।

গাণিতিক উদাহরণ

● স্টপককযুক্ত 300 সি. সি. আয়তনের একটি পাত্রে 80 সে. মি. চাপে ক্লোরিন গ্যাস লওয়া হইল; স্টপককযুক্ত অপর একটি 200 সি. সি. আয়তনের পাত্রে 100 সে. মি. চাপে নাইট্রোজেন গ্যাস লওয়া হইল। পাত্র দুইটি যুক্ত করিয়া স্টপককগুলি খুলিয়া গ্যাস দুইটিকে মিশ্রিত করিবার পর মিশ্রটির উৎপন্ন চাপ কত হইবে?

ধরা যাক নির্ণেয় চাপ = P

মিশ্রিত করার পর ক্লোরিনের আয়তন = $(300 + 200)$ বা 500 সি. সি.

ধরা যাক ক্লোরিনের অংশ-প্রেষ = P_1 সে. মি.

মিশ্রিত করার পর নাইট্রোজেনের আয়তন = $(300 + 200)$ বা 500 সে. মি.

ধরা যাক নাইট্রোজেনের অংশ-প্রেষ = P_2 সে. মি.

বয়েল সূত্রানুসারে, $P_1 = \frac{80 \times 300}{500}$ বা 48 সে. মি.

$P_2 = \frac{100 \times 200}{500}$ বা 40 সে. মি.

ডাল্টনের অংশ-প্রেষ সূত্রানুসারে, $P = P_1 + P_2$

$= 48 + 40$ বা 88 সে. মি.

অতএব গ্যাসমিশ্রের নির্ণেয় চাপ = 88 সে. মি.

গ্রাহামের গ্যাসমিশ্রের ব্যাপন সূত্র

(Graham's Law of Diffusion of Gases)

গ্যাসের অণুগুলির গতিশক্তি থাকার জন্য ইহারা চতুর্দিকে যথেষ্ট ছড়াইয়া পড়ে। যেরে কোনস্থানে একটি ধূপ জ্বালাইলে স্বল্প সময়ের মধ্যেই উহার গন্ধ ঘরের সর্বত্র পাওয়া যায়, অর্থাৎ জনস্তু ধূপ হইতে উদ্ভূত গ্যাস সমগ্র ঘরের আয়তন অধিকার করে। গ্যাসের অণুগুলির গতিশক্তি, গ্যাসটির আণবিক ওজনের সহিত সম্পর্কিত। লঘু আণবিক ওজনের গ্যাসগুলি দ্রুতবেগে ছড়াইয়া পড়ে, গুরুভার আণবিক ওজনের গ্যাসগুলির ছড়াইয়া পড়ার গতি অপেক্ষাকৃত কম।

একটি সচ্ছিন্ন পর্দা যুক্ত আধারে, গ্যাসমিশ্রকে আবদ্ধ করিয়া পরীক্ষা করিলে দেখা যায়, সর্বাধিক লঘু আণবিক ওজনের গ্যাসটিই সচ্ছিন্ন পর্দার মধ্য দিয়া সর্বাগ্রে বাহিরে চলিয়া আসে। এই ঘটনাকে ব্যাপন (diffusion) বলা হয়।

গ্যাসের ব্যাপন হারের সহিত উহার আণবিক ওজনের সঠিক সম্পর্কটিকে পরীক্ষাকালের ভিত্তিতে প্রথম নির্ধারণ করেন গ্রাহাম (1829) এবং একটি

স্ফ্রের আকারে এই সম্পর্কে বিবৃত করেন। এই স্ফ্রটিই গ্রাহামের ব্যাপন স্ফ্র (Graham's Law of Diffusion)।

গ্রাহামের ব্যাপন স্ফ্র : “অপরিবর্তিত চাপে কোন গ্যাসের ব্যাপনের হার গ্যাসটির—
(i) ঘনত্বের এবং (ii) আণবিক ওজনের বর্গমূলের ব্যস্তানুপাতিক।”

গাণিতিক ভাবে, যদি কোন গ্যাসের ব্যাপন হার R হয় এবং উহার ঘনত্ব d হয় এবং আণবিক ওজন m হয়, তবে সর্তাছুসারে—

$$R \propto \frac{1}{\sqrt{d}} \text{ বা } R = \frac{\text{ধ্রুবক}}{\sqrt{d}}$$

যেহেতু ঘনত্ব, আণবিক ওজনের সমানুপাতিক,

$$R \propto \frac{1}{\sqrt{m}} \text{ বা } R = \frac{\text{ধ্রুবক}}{\sqrt{m}}$$

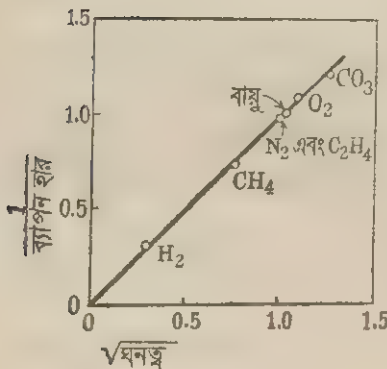
যদি দুইটি গ্যাসের ব্যাপন হার যথাক্রমে R_1 এবং R_2 হয়, এবং গ্যাস দুইটির ঘনত্ব যথাক্রমে d_1 ও d_2 হয় এবং পারমাণবিক ওজন যথাক্রমে m_1 এবং m_2 হয়, গ্রাহাম স্ফ্রাছুসারে—

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{\sqrt{m_2}}{\sqrt{m_1}} = \frac{\sqrt{d_2}}{\sqrt{d_1}}$$

এই সমীকরণে চারটি চলের মধ্যে যে-কোন তিনটি জানা থাকিলে চতুর্থটি নির্ণয় সম্ভব; সাধারণত ব্যাপন হার হইতে কোন অজ্ঞাত আণবিক ওজনের গ্যাসের আণবিক ওজন নির্ণয়ের ক্ষেত্রে, এই স্ফ্রটি ব্যবহার করা হয়।

ব্যাপন হারকে (rate of diffusion) নিম্নলিখিত স্ফ্র দ্বারা প্রকাশ করা যায়,

$$\text{ব্যাপন হার} = \frac{\text{বাপিত গ্যাসের আয়তন}}{\text{সময়}}$$



সংলগ্ন লেখচিত্রে (চিত্র 5.9) বিভিন্ন গ্যাসের ক্ষেত্রে, ঘনত্বের সহিত ব্যাপনহার কিভাবে পরিবর্তিত হয় তাহা দেখান হইয়াছে। এই লেখচিত্র হইতেই $R_1 : R_2 = \sqrt{d_2} : \sqrt{d_1}$ সম্পর্কটি প্রমাণিত হইয়াছে।

চিত্র-5.9 গ্রাহামের ব্যাপন স্ফ্রের লেখচিত্র

গাণিতিক উদাহরণ

● কোন একটি সচ্ছিন্ন পাত্রের মধ্য দিয়া 800 সি. সি. ক্লোরিন গ্যাসের ব্যাপিত হইবার সময় লাগে 120 সেকেন্ড ; এই একই পাত্রের মধ্য দিয়া 200 সি. সি. অক্সিজেন গ্যাসের ব্যাপিত হইবার সময় লাগে 20.14 সেকেন্ড। ক্লোরিনের বাষ্প ঘনত্ব ও আণবিক ওজন নির্ণয় কর। (অক্সিজেনের আণবিক ওজন=32)

$$\text{ধরা যাক, ক্লোরিনের ব্যাপন হার} = R_1 = \frac{800}{120}$$

$$\text{অক্সিজেনের ব্যাপন হার} = R_2 = \frac{200}{20.14}$$

$$\text{ক্লোরিনের আণবিক ওজন} = m_1 = x$$

$$\text{অক্সিজেনের আণবিক ওজন} = m_2 = 32$$

$$\text{সুতরাংসারে, } \frac{R_1}{R_2} = \frac{\sqrt{m_2}}{\sqrt{m_1}} = \frac{800/120}{200/20.14} = \frac{\sqrt{32}}{\sqrt{x}}$$

$$\therefore x = 71.0$$

$$\therefore \text{ক্লোরিনের আণবিক ওজন} = 71$$

$$\text{এবং ক্লোরিনের বাষ্প-ঘনত্ব} = \frac{\text{আণবিক ওজন}}{2} = \frac{71}{2} \text{ বা, } 35.5$$

অনুশীলনী

1. অণুর পারস্পরিক দূরত্বের কমবেশী হইতে পদার্থের বিভিন্ন অবস্থা কিরূপে সৃষ্টি হয়, আলোচনা কর। 'নির্দিষ্ট সংখ্যক গ্যাস অণুকে কোন আবদ্ধ পাত্রে সংগ্রহ করিয়া যে আয়তন পাওয়া যায়, উহাই ঐ সংখ্যক অণুর আয়তন'—এই বিজ্ঞাস্তটি কি সঠিক? যদি সঠিক না হয়, কারণ নির্দেশ কর।

2. গ্যাসীয় অণুর আয়তন কিসের উপর নির্ভর করে? গ্যাসের চাপ বলিতে কি বুঝায়? গ্যাস চাপের একক কি? 'ষ্ট্যান্ডার্ড চাপ' বা 'প্রমাণ চাপ' কাকে বলে? গ্যাসচাপ পরীক্ষামূলকভাবে কি প্রকারে নির্ণয় করা হয়?

3. গ্যাসের আয়তন পরিমাপের ক্ষেত্রে পরীক্ষাকালীন উষ্ণতা পরিবাপ করা প্রয়োজন কেন? গ্যাসের উষ্ণতা পরিমাপের ক্ষেত্রে ব্যবহৃত 'অ্যাবসোলিউট স্কেল' কি? অ্যাবসোলিউট স্কেলের সহিত সেন্টিগ্রেড স্কেলের সম্পর্ক কি?

4. স্থির উষ্ণতায় প্রযুক্ত চাপের সহিত গ্যাসের আয়তন কিভাবে পরিবর্তিত হয় তাহা সূত্রের দ্বারা বিবৃত কর। এই সূত্রটি কে প্রথম প্রতিষ্ঠা করেন? সূত্রটিকে প্রমাণ করা যায়, এমন একটি পরীক্ষা বর্ণনা কর।

কোন পরীক্ষায় স্থির উষ্ণতায় কোন গ্যাসের উপর বিভিন্ন চাপ প্রয়োগ করিয়া গ্যাসের যে বিভিন্ন আয়তন পাওয়া যায়—ঐ চাপ ও আয়তনকে বথাক্রমে ভূজ (abscissa) ও কোটি (ordinate) ধরিয়া লেখচিত্র অঙ্কন করিলে, লেখচিত্রটি কিরূপ হইবে?

5. 'বয়েল সূত্র' বিবৃত কর। এই সূত্রটি কি সকল গ্যাসের ক্ষেত্রে সর্বাবস্থায় প্রযোজ্য? 'আদর্শ গ্যাস' ও 'প্রকৃত গ্যাস' কাকে বলে?

স্থির উষ্ণতায় একটি গ্যাসের উপর প্রযুক্ত চাপ তিনগুণ বৃদ্ধি করিলে, উহার আয়তন কি হইবে?

6. স্থিরচাপে প্রযুক্ত উষ্ণতার সহিত গ্যাসের আয়তন কিভাবে পরিবর্তিত হয় তাহা সূত্রের দ্বারা বিবৃত কর। সূত্রে প্রযুক্ত উষ্ণতার একক সুস্পষ্টভাবে নির্দেশ কর। এই সূত্রটি কে প্রথম প্রতিষ্ঠা করেন? সূত্রটিকে প্রমাণ করা যায়, এমন একটি পরীক্ষা বর্ণনা কর।

কোনো পরীক্ষায় স্থিরচাপে কোন গ্যাসের উপর বিভিন্ন উষ্ণতা প্রয়োগ করিয়া গ্যাসের যে বিভিন্ন আয়তন পাওয়া যায়, ঐ উষ্ণতা ও আয়তনকে যথাক্রমে ভূজ (abscissa) ও কোটি (ordinate) ধরিয়া লেখচিত্র অঙ্কন করিলে, লেখচিত্রের প্রকৃতি কিরূপ হইবে?

7. 'চার্লস সূত্র' বিবৃত কর। চার্লস সূত্রটি কি উষ্ণতাব পরিমাপের সকল ক্ষেত্রেই প্রযোজ্য? 'আবনোলিউট স্কেল' ও 'পরম শূন্য উষ্ণতা' কাকে বলে?

চার্লস সূত্র কি সকল গ্যাসের ক্ষেত্রেই সর্বাধিক প্রযোজ্য? 'আদর্শ গ্যাস' ও 'প্রকৃত গ্যাস' কাকে বলে?

8. (a) নিম্নলিখিত ক্ষেত্রগুলিতে, যথাযথ সম্পর্ক নির্দেশ কর—

- স্থির আয়তনে গ্যাসের চাপের উপর প্রযুক্ত উষ্ণতার সম্পর্ক,
- স্থির চাপে গ্যাসের ঘনত্বের উপর প্রযুক্ত উষ্ণতার সম্পর্ক,
- স্থির উষ্ণতায় গ্যাসের আয়তনের উপর প্রযুক্ত চাপের সম্পর্ক,
- স্থির উষ্ণতার গ্যাসের ঘনত্বের উপর প্রযুক্ত চাপের সম্পর্ক,

(b) কোনো ম্যানোমিটারে (চিত্র নং 5.8, পৃ. 103) নিম্নলিখিত পরীক্ষাগুলি করিলে, ম্যানোমিটারের স্বাক্ষর বাতুলে কি পরিবর্তন লক্ষিত হইবে?—

- আবদ্ধ গ্যাস অংশকে উত্তপ্ত করা হইল;
- আবদ্ধ গ্যাস অংশে গ্যাসের পরিমাণ বৃদ্ধি করা হইল,
- বায়ুচাপ বর্ধিত করা হইল;
- ম্যানোমিটারস্থ পারদ অংশের কিছু অপসৃত করা হইল।

উপরোক্ত পরীক্ষাগুলির প্রতিক্ষেত্রে আবদ্ধ গ্যাসটির চাপ কিরূপে পরিবর্তিত হইবে?

9. চার্লস ও বয়েলের সূত্রের মিলিত সূত্রের রূপ কি? সূত্রটি প্রকাশ কর। 'মৌল গ্যাস ধ্রুবক' কাকে বলে? কোন গ্যাসের 1 মৌল অণুর ক্ষেত্রে S. T. P'-তে—মৌল গ্যাস ধ্রুবকের মান কত ও উহার একক কি বিবৃত কর।

10. টীকা লিখ—(i) প্রমাণ উষ্ণতা ও প্রমাণ চাপ (S. T. P.) (ii) পরমশূন্য উষ্ণতা (absolute zero temperature) (iii) আবনোলিউট বা কেলভিন স্কেল তাপমাত্রা (iv) অবস্থা সমীকরণ (Equation of State) (v) মৌল গ্যাস ধ্রুবক বা গ্যাস আণবিক গ্যাস ধ্রুবক, বা আণব ধ্রুবক (Universal Gas Constant) (vi) আদর্শ গ্যাস ও প্রকৃত গ্যাস (Ideal Gas and Real Gas)

11. 'অবস্থা সমীকরণ' কি? যে যে সূত্র হইতে 'অবস্থা সমীকরণ' উপনীত হওয়া যায় সেই সূত্রগুলি বিবৃত কর ও সূত্রগুলি হইতে অবস্থা সমীকরণের প্রচলিত রূপটি গণনা কর। 'Id' কি? ইহার মান ও একক বিবৃত কর।

12. বয়েল সূত্র, চার্লস সূত্র ও আভোগাড্রো প্রকল্পের একত্র প্রয়োগে কিরূপে কোনো গ্যাসীয় বৌগের আণবিক ওজন নির্ধারণ করা যাইবে?

13. নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের তাপমাত্রা, চাপ ও আয়তনের মধ্যে সম্পর্ক স্থাপন কর [H.S. 1970, 1972]

14. যখন একাধিক গ্যাস একই আধারে আবদ্ধ থাকে তখন সংশ্লিষ্ট মোট চাপের মধ্যে বিভিন্ন গ্যাসগুলির প্রত্যেকের চাপের অবদান কি তাহা একটি সূত্রের সাহায্যে বিবৃত কর। সূত্রটির প্রস্তাবনা কে করেন? সূত্রটির গাণিতিক রূপ কি?

15. জলীয় বাষ্পচাপ (aqueous tension) কি কোনো গ্যাসকে 'জলের উপর সংগ্রহ করিলে, উহার প্রকৃত চাপ কি?

16. (a) 'গ্যাসের ব্যাপন' বলিতে কি বুঝায়? গ্যাসের ঘনত্ব বা আণবিক ওজনের সহিত ব্যাপনের সম্পর্ক কি? 'গ্রাহামের গ্যাসমিশ্রের ব্যাপন সূত্র'টি বিবৃত কর ও উদাহরণ যোগে ব্যাখ্যা কর।

(d) একটি সংকট পদার্থকে আধারে নিম্নোক্ত গ্যাসগুলির মিশ্র একত্রে থাকিলে উভাদের বাষ্পনের ত্রিমিক পর্যায় কিরূপ হইবে—

CO_2 , CO , SO_2 , HCl , H_2 , NH_3 , বায়ু ?

17. নিম্নোক্ত তথ্যগুলিকে গাণিতিক রূপে সঠক বর্ণন কর :—(i) বয়েল সূত্র, (ii) চার্লস সূত্র, (iii) গ্যাসের বাষ্পন সূত্র, (iv) হার্টনের সূত্র—পৃথক পৃথক।

18. গ্যাসের ক্ষেত্রে P কে চাপ, V কে আয়তন, D কে ঘনত্ব, $^{\circ}\text{C}$ কে সেন্টিগ্রেড মাত্রায় উষ্ণতা, T কে আবাসোলিকভাবে মাত্রায় উষ্ণতা বর্ণিত—নিম্নোক্ত তথ্যগুলিতে, চল কপে দুইটি ও নিত্যকপে একটিকে রাখিয়া, লেখচিত্র অঙ্কন করুন। দেখ চব্বতটির পরীক্ষিত কিরূপ হইবে ?

(i) P ও V চল, T নিত্য (ii) P ও $\frac{1}{D}$ চল, T নিত্য (iii) V ও $\frac{1}{D}$ চল, T নিত্য

(iv) P ও T চল, V নিত্য (v) P ও $\frac{1}{D}$ চল V নিত্য।

(vi) $\frac{1}{D}$ (x অক্ষ) ও $\frac{1}{P}$ (y অক্ষ), T নিত্য (I. I. T.)

19. 750 মি. মি. চাপে কোনো গ্যাসের আয়তন 200 মি. মি. , একই উষ্ণতায় ঐ গ্যাসের 100 মি. মি. চাপে প্যায়োগ করিলে গ্যাসটির আয়তন কত হইবে ? [Ans: 192.8 মি. মি.]

20. উষ্ণতা নিত্য রাখিয়া 1 লিটার কোনো গ্যাসকে সংকুচিত করিয়া 500 মি. মি. আয়তন করিতে কত চাপ লাগিলে ? [Ans: দ্বিগুণ চাপ লাগিলে।]

21. (i) নিত্য উষ্ণতায় 750 মি. মি. চাপে কোনো গ্যাসের 100 মি. মি. কে সংকুচিত করিয়া 50 মি. মি. করা হইল। ঐ গ্যাসের চাপ কত হইবে ? [Ans: 1500 মি. মি.]

(ii) কোনো গ্যাসের 625 মি. মি. উপর পর্যন্ত চাপ 750 মি. মি. হইতে হ্রাস করিয়া 550 মি. মি. করা হইল। গ্যাসটির আয়তনের কিরূপ পরিবর্তন ঘটিবে ? [Ans: আয়তন 210 মি. মি. বৃদ্ধি পাইবে।]

22. 27°C উষ্ণতায় কোন গ্যাসের আয়তন 10 লিটার, কত উষ্ণতায় ($^{\circ}\text{C}$) ঐ গ্যাসের আয়তন 20 লিটার হইবে ? [Ans: 327°C]

23. 50°C উষ্ণতায় কিছু নাইট্রোজেন গ্যাসের আয়তন 50 মি. মি.। অপরিবর্তিত চাপে -50°C উষ্ণতায় ঐ পরিমাণ নাইট্রোজেনের আয়তন কত হইবে ? [H. S. 1969] [Ans: 34.5 মি. মি.]

24. 50 মি. মি. CO_2 গ্যাসকে 27°C ও 750 মি. মি. চাপে সংগ্ৰহ করা হইল। এখন গ্যাসটির আয়তন দ্বিগুণ রাখিলে গ্যাসটির উপর চাপ কত হইবে ? [Ans: 10 মি. মি. করা হইল।] ঐ অবস্থায় গ্যাসটির উষ্ণতা কত হইবে ? [Ans: 108°C]

25. নাইট্রোজেনের বাষ্পঘনত্ব 0°C উষ্ণতায় 14। চাপ নিত্য রাখিয়া গ্যাসটিকে -23°C শীতল করিলে, ওয়ার আপেক্ষিক ঘনত্বের কত পরিবর্তন ঘটিবে ? [Ans: ঘনত্ব 1.20 বৃদ্ধি পাইবে।]

26. 0°C উষ্ণতায় 76 স. মি. পারদের চাপে কিছু পরিমাণ গ্যাসের আয়তন 25 লিটার। 546°C উষ্ণতায় ও 150 স. মি. পারদের চাপে—গ্যাসটির আয়তন কত হইবে ? [C. U. I. Sc. 1958] [Ans: 8.8 লিটার]

27. 100 মি. মি. নাইট্রোজেনকে 23°C উষ্ণতায় ও 800 মি. মি. চাপে জলের উপর সংগ্ৰহ করা হইল। N.T.P. তে ঐ নাইট্রোজেন গ্যাসের আয়তন কত ? 23°C উষ্ণতায় জলীয় বাষ্পের চাপ—21 মি. মি. [Ans: 94.54 মি. মি.]

28. 100 মি. মি. অক্সিজেন গ্যাস 17 $^{\circ}\text{C}$ উষ্ণতায় ও 740 মি. মি. চাপে জলের উপর সংগ্ৰহ করা হইল। ঐ গ্যাসের ওজন কত ? N. T. P. তে 22400 মি. মি. অক্সিজেনের ওজন 32 গ্রাম; 17°C উষ্ণতায় জলীয় বাষ্পের চাপ 14.53 মি. মি. [Ans: 89.86 মি. মি.]

29. N. T. P. তে হাইড্রোজেনের ঘনত্ব 0.09 গ্রাম / লিটার; 15°C উষ্ণতায় ও 750 মি. মি. চাপে হাইড্রোজেনের ঘনত্ব কত ? [H. S. 1972] [Ans: 0.084 গ্রাম / লিটার]

30. (i) 7°C উষ্ণতা ও 700 মি. মি. চাপে অক্সিজেনের আয়তন 500 সি. সি.
 (ii) 15° " 750 " কার্বন ডাইক্সাইডের " 190 সি. সি.
 (iii) 27° " 800 " নাইট্রোজেনের " 1 লিটার

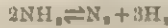
S. T. P'তে পূরোক্ত গ্যাসগুলির যথাক্রমিক আয়তন নির্ণয় কর।

[Ans: 449 সি. সি ; 112.8 সি. সি. ; 957.0 সি. সি.]

31. 13°C উষ্ণতা ও 741 মি. মি. চাপে 250 সি. সি. কোন গ্যাসের ওজন 0.445 গ্রাম, 20°C উষ্ণতা ও 700 মি. মি. চাপে 420 সি. সি. ঐ গ্যাসের ওজন কত? [Ans: 0.5140 গ্রাম]

32. 27°C উষ্ণতা ও 15 বায়ু চাপে একটি আবদ্ধ পাত্রের মধ্যে কিছু অসম্পৃক্ত অম্লের সান্দ্রিত্যে কিছু পরিমাণ NH_3 গ্যাস জমা 347 $^{\circ}\text{C}$ উষ্ণতায় উৎপন্ন করা হইল। এই অবস্থায় NH_3 -র আংশিক বিয়োজন ঘটে: $2\text{NH}_3 \rightleftharpoons \text{N}_2 + 3\text{H}_2$ । পরীক্ষার মধ্যে আবদ্ধ গ্যাসের আয়তন 1 লিটার থাকে—কিছু চাপ বৃদ্ধি হইয়া 50 বায়ুচাপ হইল। অ্যামোনিয়ার বিয়োজনের শতকর পরিমাণ নির্ণয় কর। I. I. T. 1970

(সংকেত: ধরা যাক অ্যামোনিয়ার আয়তনের x ভাগ বিয়োজিত হয়)



আদি আয়তন 1 0 0

শেষ আয়তন $1-x$ $\frac{x}{2}$ $\frac{3x}{2}$

$$\therefore \text{শেষ মোট আয়তন} = 1 - x + \frac{x}{2} + \frac{3x}{2}$$

$$= 1 + x$$

.....)

[Ans: 61.8%]

33. 27°C উষ্ণতা ও 800 মি. মি. পার্ব চাপে কোন গ্যাসের 100 'মি. ল. ওজন 0.445 গ্রাম। গ্যাসটির আণবিক ওজন নির্ণয় কর। (I. I. T. '75) [Ans: 28]

34. কোন একটি নির্দিষ্ট চাপে কোন আয়তন বা জটিল উষ্ণতার উপর চাপ বর্ধিত করিয়া আদি আয়তনের $\frac{1}{3}$ করা হইল। পরীক্ষাকালে উষ্ণতায় পরিবর্তন ঘটে নাই। দিয়া, বর্ণিত চাপ আধিচাপের কত গুণ হইল নির্ণয় কর। [Ans: আধিচাপ $1\frac{1}{3}$ গুণের, বর্ধিত চাপ $6P$]

35. 27°C উষ্ণতায় কিছু পরিমাণ গ্যাস ও উষ্ণতার মধ্যে অবস্থিত একষট্ কাতের মিলিত আয়তন 100 সি. সি.। চাপ ও উষ্ণতা দ্বিগুণ পরিমাণ করিলে গ্যাসটির আয়তন 50 সি. সি. হয়। কীচ ষট্টির আয়তন কত?

সংকেত: আদি অবস্থায় কাতের আয়তন x সি. সি. ধরিলে, গ্যাসের আয়তন $100 - x$ সি. সি.

[Ans: $10\frac{2}{3}$ সি. সি.]

36. N. T. P'তে হাইড্রোজেনের ঘনত্ব লিটার প্রতি 0.0898 গ্রাম। 15°C উষ্ণতায় ও 750 মি. মি. চাপে উষ্ণতার ঘনত্ব কত? [H. S. 1972] [Ans: 0.084 গ্রাম / লিটার]

37. কোন বন্নির উপরে 12°C উষ্ণতা ও 750 'মি. মি. চাপে একটি বন্নির খেলনা-বন্নির আয়তন 450 সি. সি.। বন্নির নীচের চাপ 750 'মি. মি. ও উষ্ণতা 5°C । বন্নির নীচের বন্নিটির আয়তনের 'ক' পরিবর্তন ঘটবে? [Ans: $16\frac{1}{3}$ 'মি. মি. আয়তন কমে যাবে]

38. 27°C উষ্ণতা ও 760 মি. মি. পার্ব চাপে 20°C উষ্ণতায় গ্যাসের গ্যাস ($\text{CH}_4, \text{CH}_2, \text{CH}_3$) গুণিত হইল, হঠাৎকৈ সংস্থা ঘটন করিতে যে অক্সিজেন লাগিলে S. T. P'তে উষ্ণতার আয়তন নির্ণয় কর (I. I. T. '75)

(সংকেত: ধরনের সমীকরণ $\text{CH}_4, \text{CH}_2, \text{CH}_3 + 5\text{O}_2 \rightarrow 3\text{CO}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$)

[Ans: 91.0 লিটার]

39. একটি সচ্ছিন্ন পর্দাযুক্ত পাত্রে মধ্য দিয়া কোনো হাইড্রোকার্বনের 180 মি. লি. এর ব্যাপিত হইতে 15 মিনিট লাগে; অনুরূপ অবস্থায় 120 মি. লি. সালফার ডায়সাইডের ব্যাপিত হইতে 20 মিনিট লাগে। হাইড্রোকার্বনটির আণবিক ওজন নির্ণয় কর। [I. I. T. '72] [Ans: 16]

40. কোন ব্যাপন পরীক্ষায় দেখা গেল 127 সি. সি. কোনো গ্যাস এবং 100 সি. সি. ক্লোরিনের ব্যাপনের জন্য একই সময় লাগিতেছে। গ্যাসটির আণবিক ওজন কত? (কেমি জ H. S. O)

[Ans: 44.02]

41. উষ্ণতা নিত্য রাখিয়া কোন পরীক্ষায়—200 মি. লি. আয়তনের একটি আধারে 200 মি. মি. চাপে অক্সিজেন পূর্ণ আছে; 300 মি. লি. আয়তনের আরেকটি আধারে 100 মি. লি. চাপে হাইড্রোজেন পূর্ণ আছে। আধার দুইটি যুক্ত করিয়া দিলে গ্যাসের পৃথক পৃথক অংশপ্রেষ কত?

[Ans: মোট চাপ 140 মি. মি. : অক্সিজেনের অংশপ্রেষ 80 মি. মি.

হাইড্রোজেনের অংশপ্রেষ 60 মি. মি.]

42. বায়ুতে আয়তন অনুপাতে 78 ভাগ নাইট্রোজেন 21 ভাগ অক্সিজেন আছে। S. T. P'-তে বায়ুর অক্সিজেন ও নাইট্রোজেনের অংশপ্রেষ নির্ণয় কর।

[Ans: অক্সিজেনের অংশপ্রেষ 159.6 মি. মি. : নাইট্রোজেনের অংশপ্রেষ 592.8 মি. মি.]

43. 4.80 গ্রাম O₂ গ্যাস ও 2.80 গ্রাম N₂ গ্যাস লওয়া হইল; প্রতিটি গ্যাসের ক্ষেত্রে (আদর্শ গ্যাসের ধর্ম অনুসৃত হইতেছে ধরিয়া লইয়া) i. মোলের সংখ্যা, (ii) অণুর সংখ্যা, (iii) পরমাণুর সংখ্যা, (iv) S. T. P'-তে অধিকৃত আয়তন, (v) 38 সে. মি. পারদ-চাপে ও 273°C উষ্ণতায় অধিকৃত আয়তন নির্ণয় কর।

[Ans: 0.150 ও 0.100 মোল, 9.03×10^{23} এবং 6.02×10^{23} অণু; 1.81×10^{23} এবং 1.20×10^{23} পরমাণু, 3.36 এবং 2.24 লিটার; 13.4 এবং 8.96 লিটার]

ষষ্ঠ অধ্যায়

মৌলমিতি ও রাসায়নিক গণনা

মৌলমিতি—ওজনের অনুপাতে ওজন গণনা—ওজনের অনুপাতে আয়তন গণনা—আয়তন অনুপাতে আয়তন গণনা। গাণিতিক। শতকরা সমুদ্রি—
তুল্য সংকেত ও যথার্থ আণবিক সংকেত—আণবিক ওজন ও বাষ্প ঘনত্ব।

মৌলমিতি বা স্টয়সিওমেট্রি কথাটির উদ্ভব যে গ্রীক শব্দ হইতে (Stoicheion), উহার অর্থ 'মৌল পদার্থ'। স্টয়সিওমেট্রি কথাটি সাধারণত 'মৌল পদার্থের পরিমাপ' অর্থে ব্যবহৃত হইলেও, বিশদ অর্থে ইহা 'যৌগের মধ্যে মৌল পদার্থ সমূহের সংযুক্ত ওজনের পরিমাপ-পদ্ধতি'কে বুঝায়। রাসায়নিক সমীকরণে মৌল ও যৌগের ওজনের যে আন্তর্জাতিক সম্পর্ক পাওয়া যায়, তাহাকে ভিত্তি করিয়াই নানা রাসায়নিক পরিমাপ ও গণনা করা যায়। এই সমীকরণভিত্তিক রাসায়নিক গণনাগুলিই রাসায়নিক পরিমাপশাস্ত্র বা রাসায়নিক গণিত (chemical arithmetic) সৃষ্টি করিয়াছে।

রাসায়নিক গণনা। (Chemical Calculations)

রাসায়নিক গণনা নানা প্রকারের হইতে পারে ; যথা :

- ওজনের অনুপাতে ওজন গণনা ;
- ওজনের অনুপাতে আয়তন গণনা ;
- আয়তন অনুপাতে আয়তন গণনা।

এই গণনাগুলির ক্ষেত্রে কয়েকটি তথ্য প্রয়োজনীয় :—

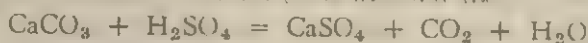
● রাসায়নিক গণনায় মৌলগুলির পারমাণবিক ওজনগুলি নিম্নতই ব্যবহার্য বলিয়া সাধারণ কয়েকটি মৌলের পারমাণবিক ওজন স্বরণ রাখা প্রয়োজন। এখানে কয়েকটি মৌলের আসন্ন মানে পারমাণবিক ওজন দেওয়া হইল। পৃথকভাবে উল্লেখ না করা থাকিলে, এই পারমাণবিক ওজনগুলিই গণনায় ব্যবহার্য।

তালিকা

মৌল	পারমাণবিক ওজন	মৌল	পারমাণবিক ওজন
H	1	S	32
C	12	Cl	35.5
N	14	K	39
O	16	Fe	56
F	19	Cu	63.5
Na	23	Zn	65.5
Mg	24	Ag	108
Al	27	I	127

● রাসায়নিক সমীকরণে বিক্রিয়ক ও বিক্রিয়ালব্ধ পদার্থগুলির আণবিক ও পারমাণবিক ওজনের অনুপাতগুলি পরস্পরের তুল্যার্থে ‘=’ এই চিহ্নটি ব্যবহার করা যাইতে পারে।

● সমীকরণ চাইতে তুল্যার্থ ধারণা প্রয়োগে, স্তব্ধধামত ওজনের মতিত ওজন, বা ওজনের মতিত আয়তনের সম্পর্ক সৌজাত্বজি হিসাবে আনা যায়—



$$100 \text{ গ্রাম} = 98 \text{ গ্রাম} \quad = 44 \text{ গ্রাম}$$

$$100 \text{ গ্রাম} = 2 \times 1000 \text{ মি. মি. (N)*} = 22.4 \text{ লিটার (N. T. P.)}$$

● পদার্থের ভর (M) = আয়তন (V) × ঘনত্ব (D)

● পদার্থের আপেক্ষিক গুরুত্ব = $\frac{\text{পদার্থের ভর}}{\text{সম আয়তন জলের ভর (4°C)}}$
 $= \frac{\text{যে কোন আয়তন পদার্থের ভর}}{\text{সম আয়তন জলের ভর}}$

● পদার্থের ভর = পদার্থের আয়তন × আপেক্ষিক গুরুত্ব*

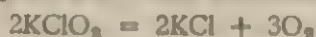
● গ্যাসীয় পদার্থের ক্ষেত্রে, বাষ্পীয় ঘনত্ব = $\frac{\text{নিদিষ্ট আয়তনের গ্যাসের ওজন}}{\text{সম আয়তনের হাইড্রোজেনের ওজন}}$
 (একই উষ্ণতা ও চাপে)

● পমাণ উষ্ণতা ও চাপে 1 মি.সি. হাইড্রোজেনের ওজন = 0.00009 গ্রাম (প্রায়)

● পমাণ উষ্ণতা ও চাপে যে কোন গ্যাসের এক লিটারের ওজন =

$$\text{বাষ্প ঘনত্ব} \times .09 \text{ গ্রাম}$$

● আয়তন অনুপাতে আয়তন পণনা, মৌল বা যৌগ যে কোন গ্যাসেবৎ ক্ষেত্রে গ্রাম আণবিক আয়তন, N. T. P.-তে (760 মি. মি. Hg ও 0°C), 22.4 লিটার। সমীকরণে, তুল্যার্থ প্রয়োগ করিয়া এই আয়তনের সম্পর্ক প্রয়োগ করা যায় :



$$2 \times 122.5 \text{ গ্রাম} = 3 \times 32 \text{ গ্রাম}$$

$$= 3 \times 22.4 \text{ লিটার (N. T. P.)}$$

1. ওজনের অনুপাতে ওজন পণনা :

(1) গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিডের আপেক্ষিক গুরুত্ব 1.84, 300 মি. মি. গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিডের ওজন কত ?

$$\text{আমরা জানি, } M = V \times D$$

$$\therefore \text{সালফিউরিক অ্যাসিডের ওজন} = 300 \times 1.84 = 552 \text{ গ্রাম}$$

* লেইন অখ্যার : পরমিতি-কারমিতি ট্রেন্স।

** C. G. S. এককে ঘনত্ব ও আপেক্ষিক গুরুত্ব একই, পার্থক্যের মধ্যে ঘনত্বের একক গ্রাম, আপেক্ষিক গুরুত্ব একটি অনুপাত বলিয়া সংখ্যামাত্র।

† নিজের গ্যাসগুলি বাদে।

(2) ক্লোরিন গ্যাসের বাষ্প ঘনত্ব = 35.5, 27°C. ও 740 মি. মি চাপে 400 সি. মি. ক্লোরিন গ্যাসের ওজন কত ?

$$\text{বয়েল ও চার্লস সূত্র থেকে, } \frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$

$$\frac{400 \times 740}{273 + 27} = \frac{760 \times V_2}{273}$$

$$V_2 \text{ (N. T. P.-তে, প্রদত্ত ক্লোরিনের আয়তন)}$$

$$= \frac{400 \times 740 \times 273}{760 \times 300} = 354.42 \text{ মি. মি.}$$

গ্যাসের আণবিক ওজন = 2 × বাষ্প ঘনত্ব (আদর্শ-গ্যাসের)
 ক্লোরিনের আণবিক ওজন = 2 × 35.5 বা 71 গ্রাম
 অর্থাৎ, গ্যাসের গ্রাম আণবিক আয়তন = 22400 মি. মি. (N.T.P.-তে)
 \therefore N.T.P.-তে 22400 মি. মি. ক্লোরিনের ওজন = 71 গ্রাম
 অতএব N.T.P.-তে 354.42 মি. মি. ক্লোরিনের ওজন
 $= \frac{354.42 \times 71}{22400}$ গ্রাম বা 1.12 গ্রাম।

(3) 740 মি. মি. চাপ ও 27°C. উষ্ণতায় কোন গ্যাসের 1000 সি. মি. ওজন 0.75 গ্রাম ; গ্যাসটির N.T.P.-তে ঘনত্ব কত ?

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$

$$\frac{740 \times 1000}{273 + 27} = \frac{760 \times V_2}{273}$$

$$V_2 \text{ (N.T.P.-তে গ্যাসের আয়তন)} = \frac{1000 \times 740 \times 273}{760 \times 300}$$

$$= 886 \text{ মি. মি. (গ্রাম)}$$

N.T.P.-তে 886 মি. মি. গ্যাসের ওজন = 0.75 গ্রাম

$$\therefore \quad \quad \quad 22400 \text{ মি. মি.} \quad \quad \quad \quad \quad = \frac{22400 \times 0.75}{886}$$

$$= 18.96 \text{ গ্রাম}$$

$$\therefore \text{ গ্যাসের ঘনত্ব (N.T.P.-তে),} = \frac{22.4 \text{ লিটার গ্যাসের ওজন (N.T.P.-তে)}}{22.4 \text{ লিটার হাইড্রোজেনের ওজন (N.T.P.-তে)}}$$

$$= \frac{18.96}{2} = 9.48.$$

(4) কোন দ্রবণে ওজন অনুপাতে 20 . পার্দীয় HCl দ্রবীভূত আছে .
 দ্রবণটির আপেক্ষিক গুরুত্ব 1.11 . দ্রবণটির 100 সি. মি.-তে কত আয়তন
 (N.T.P.-তে) HCl-গ্যাস দ্রবীভূত আছে ?

100 গ্রাম দ্রবণে দ্রবীভূত HCl-এর পরিমাণ 20 গ্রাম

100 সি. সি. দ্রবণের ওজন = 100×1.1 বা 110 গ্রাম

অর্থাৎ 100 গ্রাম দ্রবণে, দ্রবীভূত HCl 20 গ্রাম

$$\therefore 110 \text{ " " " " } \frac{110 \times 20}{100} \text{ বা 22 গ্রাম}$$

অর্থাৎ, 100 সি. সি. প্রদত্ত দ্রবণে HCl আছে 22 গ্রাম

36.5 গ্রাম HCl-প্যাসের N.T.P.'তে আয়তন 22.4 লিটার

$$\therefore 22 \text{ গ্রাম " " " " } \frac{22 \times 22.4}{36.5}$$

বা 13.50 লিটার।

(5) 50 গ্রাম মার্বেল পাথর (CaCO_3) উত্তপ্ত করিলে কত গ্রাম কলিচূর্ণ (CaO) পাওয়া যাইবে?



বিক্রিয়ক ও বিক্রিয়ালব্ধ পদার্থগুলির

$$\text{আঃ ওজন অনুপাতে, } \begin{array}{ccc} (40+12+3 \times 16) & (40+16) & (12+2 \times 16) \\ 100 & 56 & 44 \end{array}$$

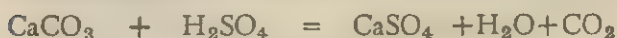
গ্রাম ওজনের অনুপাতে, 100 গ্রাম $\text{CaCO}_3 \equiv 56$ গ্রাম CaO

$$\therefore 50 \text{ গ্রাম } \text{CaCO}_3 \equiv \frac{50 \times 56}{100} \text{ গ্রাম } \text{CaO}$$

$$\equiv 28 \text{ গ্রাম } \text{CaO}$$

(6) 50 গ্রাম চকখড়ির সহিত বিক্রিয়া করিতে গেলে কি পরিমাণ সালফিউরিক অ্যাসিড লাগে ও বিক্রিয়ার ফলে কি পরিমাণ ক্যালসিয়াম সালফেট উৎপন্ন হয়?

বিক্রিয়ার সমীকরণ :



আণবিক ওজন অনুপাতে,

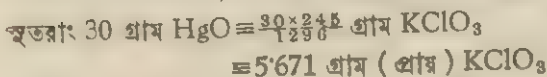
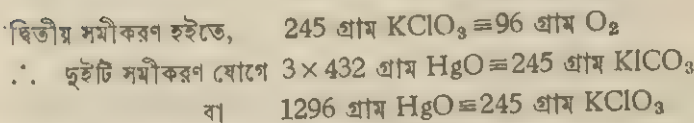
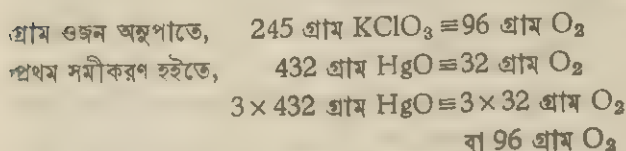
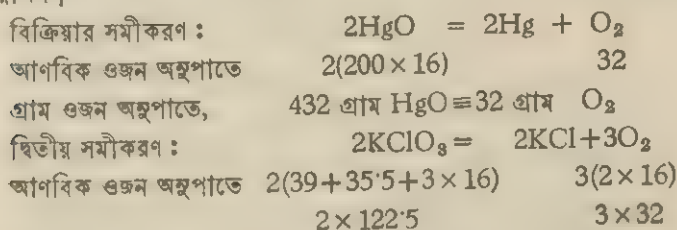
$$\begin{array}{ccc} (40+12+48) & (2+32+64) & (40+32+64) \\ 100 & 98 & 136 \end{array}$$

গ্রাম ওজনের অনুপাতে, 100 গ্রাম $\text{CaCO}_3 \equiv 98$ গ্রাম H_2SO_4
 $\equiv 136$ গ্রাম CaSO_4

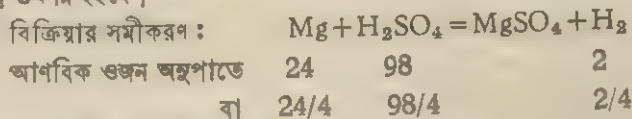
$$\therefore 50 \text{ গ্রাম } \text{CaCO}_3 \equiv \frac{98}{2} \text{ গ্রাম } \text{H}_2\text{SO}_4 \equiv \frac{136}{2} \text{ গ্রাম } \text{CaSO}_4$$

$$\equiv 49 \text{ গ্রাম } \text{H}_2\text{SO}_4 \equiv 68 \text{ গ্রাম } \text{CaSO}_4$$

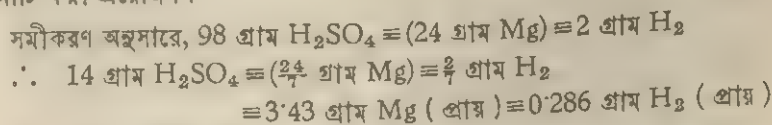
(7) 30 গ্রাম মার্কিউরিক অক্সাইড উত্তপ্ত করিয়া যে অক্সিজেন পাওয়া যায় এই পরিমাণ অক্সিজেন পাইতে গেলে কি পরিমাণ পটাশিয়াম ক্লোরেট উত্তপ্ত করা প্রয়োজন ?



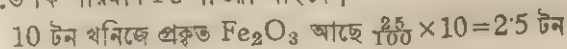
(8) 6 গ্রাম Mg-এর সহিত 14 গ্রাম H_2SO_4 -এর বিক্রিয়ায় কি পরিমাণ H_2 উৎপন্ন হইবে ?

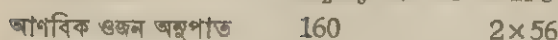
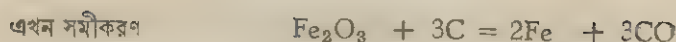


\therefore গ্রাম ওজনের অনুপাতে, 6 গ্রাম $\text{Mg} \equiv 24.5 \text{ গ্রাম H}_2\text{SO}_4 \equiv 0.5 \text{ গ্রাম H}_2$
 H_2 । 24.5 গ্রাম H_2SO_4 থাকিলে 6 গ্রাম Mg-এর পূর্ণ বিক্রিয়া ঘটিত। এখন প্রদত্ত H_2SO_4 -এর পরিমাণ 14 গ্রাম। H_2SO_4 কম থাকায়, 6 গ্রাম Mg-এর কম পরিমাণ Mg বিক্রিয়া করিবে। অতএব H_2SO_4 -এর প্রদত্ত মাত্রা হইতে গণনাটি করা প্রয়োজন।



(9) একটি খনিজে শতকরা 25 ভাগ Fe_2O_3 আছে। 10 টন এই খনিজ হইতে কি পরিমাণ Fe পাওয়া যাইবে ?



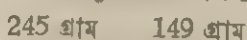
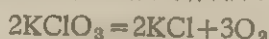


টনের ওজনের এককে, $160 \text{ টন } \text{Fe}_2\text{O}_3 \equiv 112 \text{ টন } \text{Fe}$

$$\therefore 2.5 \text{ টন } \text{Fe}_2\text{O}_3 = \frac{112}{160} \times 2.5 = 1.75 \text{ টন } \text{Fe}.$$

(10) (i) পটাশিয়াম ক্লোরেট ও (ii) ক্যালসিয়াম কার্বনেট—প্রতিটি পদার্থের 1 গ্রাম লইয়া যথেষ্ট পরিমাণ উত্তপ্ত করা হইল। প্রতি ক্ষেত্রে ওজনের কি পরিবর্তন লক্ষ্য করা যাউবে? [H.S. 1971]

(i) প্রথম ক্ষেত্রে বিক্রিয়ার সমীকরণ :

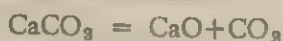


245 গ্রাম পটাশিয়াম ক্লোরেট উত্তপ্ত করিলে অক্সিজেন গ্যাস নির্গত হইয়া যায় এবং অবশেষ পটাশিয়াম ক্লোরাইডের ওজন 149 গ্রাম

\therefore 1 গ্রাম KClO_3 উত্তপ্ত করার পর অবশেষ KCl -এর ওজন, $\frac{149}{245}$ বা 0.608 গ্রাম

অতএব প্রথম ক্ষেত্রে, ওজন হ্রাস ঘটবে এবং হ্রাসের পরিমাণ = $(1 - 0.608)$ বা 0.392 গ্রাম।

(ii) দ্বিতীয় ক্ষেত্রে বিক্রিয়ার সমীকরণ :

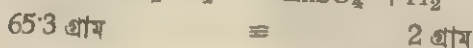
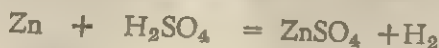


100 গ্রাম ক্যালসিয়াম কার্বনেট উত্তপ্ত করিলে কার্বন ডায়ক্সাইড গ্যাস নির্গত হইয়া যায়, এবং অবশেষ ক্যালসিয়াম অক্সাইডের ওজন 56 গ্রাম।

\therefore 1 গ্রাম CaCO_3 উত্তপ্ত করার পর অবশেষ CaO -এর ওজন $\frac{56}{100}$ বা, 0.56 গ্রাম

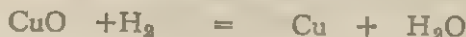
অতএব দ্বিতীয় ক্ষেত্রে, ওজন হ্রাস ঘটবে, এবং হ্রাসের পরিমাণ = $(1 - 0.56)$ বা 0.44 গ্রাম।

(11) 20 গ্রাম জিংকের সহিত সালফিউরিক অ্যাসিডের বিক্রিয়া করিয়া যে হাইড্রোজেন পাওয়া যায়, ঐ হাইড্রোজেনকে উত্তপ্ত নলে রক্ষিত 100 গ্রাম বিসৃঙ্খ ও অনার্দ্র কিউপ্রিক অক্সাইডের উপর দিয়া চালনা করা হইল; নলে কি অবশেষ থাকিবে, এবং অংশের ওজন কি হইবে? [জিংকের প্া : ও : 65:3]



\therefore 20 গ্রাম জিংক হইতে উৎপন্ন H_2 -এর পরিমাণ $\frac{2 \times 20}{65.3}$ বা 0.6125 গ্রাম

হাইড্রোজেন, কিউপ্রিক অক্সাইড-এর সহিত নিম্ন বিক্রিয়া করে



$$79.5 \text{ গ্রাম} \equiv 2 \text{ গ্রাম} \equiv 63.5$$

2 গ্রাম H_2 , 79.5 গ্রাম CuO -এর সহিত বিক্রিয়া করে ও 63.5 গ্রাম Cu উৎপন্ন হয়

\therefore 0.6125 গ্রাম H_2 , $\frac{0.6125 \times 79.5}{2}$ গ্রাম CuO -এর সহিত বিক্রিয়া করে

এবং $\frac{63.5 \times 0.6125}{2}$ গ্রাম Cu উৎপন্ন করে

বা, 0.6125 গ্রাম H_2 , 24.3468 গ্রাম CuO -এর সহিত বিক্রিয়া করে এবং 19.447 গ্রাম Cu উৎপন্ন করে

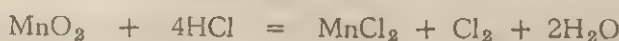
অতএব, অবশিষ্ট CuO -এর ওজন = $100 - 24.3468 = 75.6532$ গ্রাম

উৎপন্ন Cu -এর ওজন = 19.447 গ্রাম

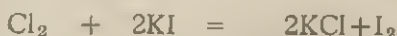
মুতরাং অবশেষের ওজন = $75.653 + 19.447$

$$= 95.10 \text{ গ্রাম}$$

(12) 17.4 গ্রাম বিসৃদ্ধ MnO_2 কে অতিরিক্ত HCl সহ উত্তপ্ত করিয়া যে গ্যাস পাওয়া গেল, ঐ গ্যাসকে পটাশিয়াম আয়োডাইড দ্রবণে চালিত করিলে কত গ্রাম আয়োডিন বিমুক্ত হইবে?



$$(55 + 2 \times 16) \text{ গ্রাম} \equiv 2 \times 35.5 \text{ গ্রাম}$$



$$2 \times 35.5 \text{ গ্রাম} \equiv 2 \times 127 \text{ গ্রাম}$$

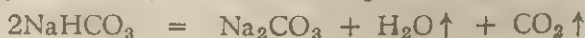
অতএব, 87 গ্রাম MnO_2 ($\equiv 71$ গ্রাম Cl_2) $\equiv 254$ গ্রাম I_2

$$\therefore 17.4 \text{ গ্রাম } \text{MnO}_2 \equiv \frac{17.4 \times 254}{87} \text{ বা } 50.8 \text{ গ্রাম } \text{I}_2$$

\therefore 50.8 গ্রাম আয়োডিন বিমুক্ত হইবে।

(13) Na_2CO_3 এবং NaHCO_3 এর একটি শুষ্ক মিশ্রের 7.5 গ্রাম উত্তপ্ত করিলে, মিশ্রের ওজন 0.825 গ্রাম হ্রাস পায়। ঐ মিশ্রের 5 গ্রাম HCl যোগে উত্তপ্ত করিলে, কত গ্রাম CO_2 পাওয়া যাইবে?

Na_2CO_3 যোগকে উত্তপ্ত করিলে কোন পরিবর্তন ঘটে না, কিন্তু NaHCO_3 -কে তাঁর উত্তপ্ত করিলে, উহা হইতে CO_2 ও স্ফীম নির্গত হইয়া যায় এবং উহা Na_2CO_3 -তে পরিণত হয়। ফলে NaHCO_3 উত্তপ্ত করিলে ওজনের হ্রাস ঘটে।



$$2 \times 84 \text{ গ্রাম} \quad 106 \text{ গ্রাম}$$

অতএব 168 গ্রাম NaHCO_3 উত্তপ্ত করিলে উহার যে অবশেষ পড়িয়া থাকে, তাহার ওজন 106 গ্রাম।

বা, এক্ষেত্রে ওজনের হ্রাস ঘটে (168-106) বা 62 গ্রাম।

62 গ্রাম ওজন হ্রাস ঘটে; যখন উৎপাদক NaHCO_3 এর পরিমাণ 168 গ্রাম

$$\therefore 0.825 \text{ " " " " " " " " " " } \frac{0.825 \times 168}{62}$$

বা 2.23 গ্রাম

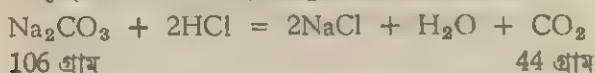
7.50 গ্রাম মিশ্রে NaHCO_3 এর পরিমাণ, 2.23 গ্রাম

\therefore " " " Na_2CO_3 এর পরিমাণ (7.50-2.23) বা 5.27 গ্রাম

অতএব 5 গ্রাম মিশ্রে Na_2CO_3 -এর পরিমাণ $\frac{5 \times 5.27}{7.50}$ বা 3.51 গ্রাম (প্রায়)

" " " NaHCO_3 " " $\frac{5 \times 2.23}{7.50}$ বা 1.48 গ্রাম (প্রায়)

Na_2CO_3 হইতে HCl যোগে, CO_2 উৎপাদনের বিক্রিয়া



106 গ্রাম

44 গ্রাম

\therefore 3.51 গ্রাম Na_2CO_3 , CO_2 উৎপন্ন করিবে $\frac{3.51 \times 44}{106}$

বা 1.45 গ্রাম (প্রায়)

NaHCO_3 হইতে HCl যোগে CO_2 উৎপাদনের বিক্রিয়া



84 গ্রাম

44 গ্রাম

\therefore 1.48 গ্রাম NaHCO_3 , CO_2 উৎপন্ন করিবে $\frac{1.48 \times 44}{84}$

বা 0.77 গ্রাম (প্রায়)

অতএব, উৎপন্ন CO_2 -এর মোট পরিমাণ = (1.45+0.77) বা 2.22 গ্রাম।

(14) কোন জিংকের নমুনার মধ্যে জিংক অক্সাইড মিশ্রিত আছে। এই নমুনার 1 গ্রাম, Zn HCl -এর সহিত বিক্রিয়ায় 0.026 গ্রাম হাইড্রোজেন উৎপন্ন করে। নমুনাটিতে বিশুদ্ধ জিংকের শতকরা মাত্রা কত?



65.3 গ্রাম

=

2 গ্রাম

2 গ্রাম H_2 বিযুক্ত করিতে প্রয়োজন 65.3 গ্রাম জিংক

\therefore 0.026 গ্রাম H_2 " " " $\frac{0.026 \times 65.3}{2}$ বা 0.8489 গ্রাম জিংক

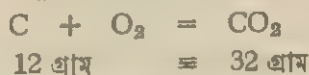
অতএব 1 গ্রাম নমুনার আসল জিংকের পরিমাণ = 0.8489

এবং 1 " " জিংক অক্সাইডের পরিমাণ = (1-0.8489) = 0.1511 গ্রাম

অতরাং বিশুদ্ধ জিংকের শতকরা মাত্রা = 84.89%

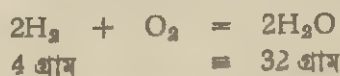
(15) একটি কয়লার নমুনার উপাদান C—90%, H—5%। এই কয়লার 10 কিলোগ্রাম সম্পূর্ণরূপে বায়ুতে দহন করিতে কি পরিমাণ বায়ুর প্রয়োজন? বায়ুতে শতকরা 23 ভাগ অক্সিজেন আছে।

100 গ্রাম কয়লায়, কার্বন আছে 90 গ্রাম, হাইড্রোজেন আছে 5 গ্রাম
 \therefore 10,000 " " " " " 9000 " " " 500 "



12 গ্রাম C-এর দহনে অক্সিজেন লাগে 32 গ্রাম

\therefore 9000 " " " " " " $\frac{32 \times 9000}{12}$ বা 24,000 গ্রাম



\therefore 500 গ্রাম H-এর দহনে, অক্সিজেন লাগে $\frac{32 \times 500}{4}$ বা 4,000 গ্রাম

সুতরাং দহনে মোট অক্সিজেন লাগে (24,000 + 4000) বা, 28,000 গ্রাম।

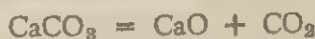
23 গ্রাম অক্সিজেন থাকে 100 গ্রাম বায়ুতে

\therefore 28,000 " " " $\frac{100 \times 28000}{23}$ বা 1,21,700 গ্রাম বায়ুতে

সুতরাং প্রয়োজনীয় বায়ুর পরিমাণ = 1,21,700 গ্রাম।

(16) ক্যালসিয়াম কার্বনেট ও ম্যাগনেসিয়াম কার্বনেটের একটি মিশ্রের ওজন 2.69 গ্রাম। এই মিশ্রটিকে উত্তপ্ত করিয়া শেষ পর্যন্ত 1.366 গ্রাম অবশেষ (residue) পাওয়া যায়। মিশ্রটিতে পূর্বোক্ত উপাদান দুইটির শতকরা পরিমাণ নির্ণয় কর।

CaCO_3 এবং MgCO_3 উত্তপ্ত করিলে নিম্নোক্ত সমীকরণ অনুযায়ী উভারা যথাক্রমে CaO ও MgO অবশেষ (residue) উৎপন্ন করে। অতএব এক্ষেত্রে উৎপন্ন অবশেষ, CaO ও MgO -এর মিশ্রণ।



ধরা যাক, মিশ্রটিতে CaCO_3 -এর পরিমাণ x গ্রাম।

অতএব, মিশ্রটিতে MgCO_3 -এর পরিমাণ $2.69 - x$ গ্রাম।

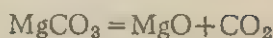
এখন প্রথম সমীকরণ : $\text{CaCO}_3 = \text{CaO} + \text{CO}_2$

আণবিক ওজন অনুপাতে, 100 56

গ্রাম ওজন অনুপাতে, 100 গ্রাম $\text{CaCO}_3 \equiv 56$ গ্রাম CaO

$\therefore x$ গ্রাম $\text{CaCO}_3 \equiv \frac{56}{100} \times x$ CaO

দ্বিতীয় সমীকরণ :



আণবিক ওজন অনুপাতে,

$$84 \quad 40$$

গ্রাম ওজন অনুপাতে, 84 গ্রাম $\text{MgCO}_3 \equiv 40$ গ্রাম MgO

$$\therefore (2.69 - x) \text{ গ্রাম } \text{MgCO}_3 \equiv \frac{40}{84} \times (2.69 - x) \text{ গ্রাম } \text{MgO}$$

অতএব, মোট $\text{CaO} + \text{MgO}$ -এর অবশেষের ওজন

$$= \frac{56}{100}x + \frac{40}{84}(2.69 - x)$$

এখন দেওয়া আছে, অবশেষের ওজন = 1.366

$$\therefore \frac{56}{100}x + \frac{40}{84}(2.69 - x) = 1.366 \quad \therefore x = 1.01 \text{ গ্রাম।}$$

$$\text{অতএব, } \% \text{CaCO}_3 = \frac{1.01}{2.69} \times 100 = 37.51$$

$$\% \text{MgCO}_3 = 100 - 37.51 = 62.49.$$

(17) কোন CaCO_3 - MgCO_3 -এর মিশ্রের 1 গ্রাম পরিমাণ উত্তপ্ত করিয়া N.T.P.'তে 240 সি. সি. CO_2 গ্যাস পাওয়া গেল। মিশ্রটির উপাদানগুলির শতকরা মাত্রা নির্ণয় কর। [ইঞ্জিনিয়ারিং এন্ট্রান্স পরীক্ষা, 1978]

ধরা যাক মিশ্রটিতে MgCO_3 -এর পরিমাণ = x গ্রাম

$$\therefore \text{CaCO}_3 \text{ " " " " } = 1 - x \text{ গ্রাম}$$



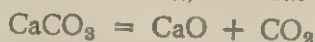
84 গ্রাম

22400 সি. সি. (N.T.P.'তে)

84 গ্রাম MgCO_3 , N.T.P.'তে 22400 সি. সি. CO_2 উৎপন্ন করে

$$\therefore x \text{ " " " " } \frac{22400x}{84} \text{ সি. সি. CO}_2 \text{ " " "}$$

বা, $266.6x$ সি. সি. " " "



100 গ্রাম

22400 সি. সি. (N.T.P.'তে)

100 গ্রাম CaCO_3 N.T.P.'তে 22400 সি. সি. CO_2 উৎপন্ন করে

$$\therefore (1 - x) \text{ গ্রাম " " " } \frac{22400 \times (1 - x)}{100} \text{ সি. সি. " " "}$$

বা, $224(1 - x)$ সি. সি. " " "

$$\therefore \text{উৎপন্ন মোট CO}_2 = [266.6x + 224(1 - x)] \text{ সি. সি.}$$

অঙ্কে প্রদত্ত ফল অনুসারে, মোট $\text{CO}_2 = 240$ সি. সি.

$$\therefore 266.6x + 224(1 - x) = 240 \quad \text{বা, } x = 0.375$$

$$\therefore \text{MgCO}_3\text{-এর পরিমাণ} = 0.375 \text{ গ্রাম}$$

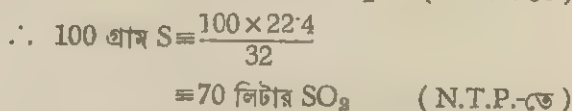
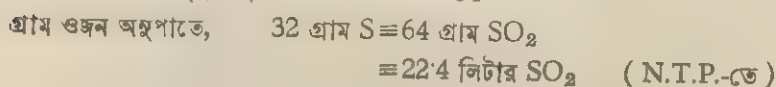
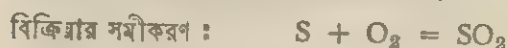
$$\text{এবং CaCO}_3\text{-এর " " " } = 1 - 0.375 = 0.625 \text{ গ্রাম}$$

$$\text{সুতরাং MgCO}_3\text{-এর শতকরা মাত্রা} = 100 \times 0.375 = 37.5\%$$

$$\text{এবং CaCO}_3\text{-এর " " " } = 100 \times 0.625 = 62.5\%$$

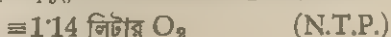
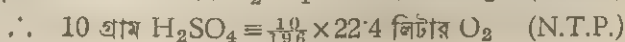
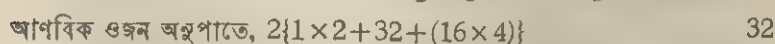
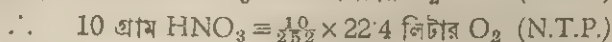
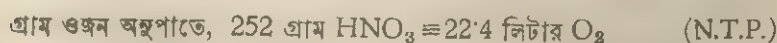
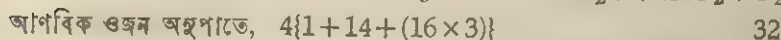
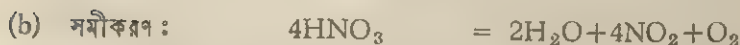
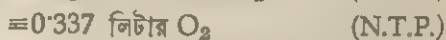
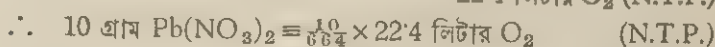
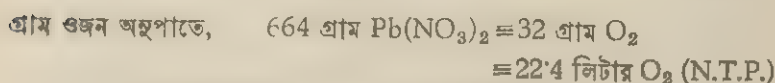
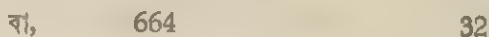
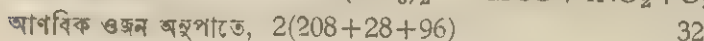
□ 2. ওজনের অনুপাতে আয়তন গণনা :

(1) 100 গ্রাম সালফার দহন করিয়া প্রমাণ উষ্ণতা ও চাপে (N.T.P.-তে) কি পরিমাণ সালফার ডায়ক্সাইড পাওয়া যাইবে ?

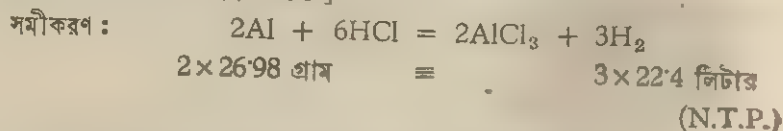


অতএব 100 গ্রাম S দহন করিলে, N.T.P.-তে 70 লিটার SO_2 পাওয়া যাইবে।

(2) (a) লেড নাইট্রেট, (b) নাইট্রিক অ্যাসিড ও (c) সালফিউরিক অ্যাসিড — প্রতিটির 10 গ্রাম হইতে প্রমাণ উষ্ণতা ও চাপে কি কি আয়তনের অক্সিজেন পাওয়া যাইবে ?



(3) 0.0321 গ্রাম অবিশুদ্ধ Al হইতে HCl-এর সহিত বিক্রিয়ার N.T.P.-তে 37.02 সি. সি. হাইড্রোজেন পাওয়া গেল। Al-টির শতকরা বিশুদ্ধতা নির্ণয় কর। [Al-এর পারমাণবিক ওজন 26.98]



গ্রাম ওজন অনুপাতে, $53.96 \text{ গ্রাম Al} \equiv 3 \times 22.4 \text{ লিটার H}_2$ (N.T.P.)

$$\therefore 37.02 \text{ সি. সি. H}_2 \text{ (N.T.P.-তে)} \equiv \frac{53.96 \times 37.02}{3 \times 22.4 \times 1000} \text{ গ্রাম Al}$$

$$\equiv 0.02973 \text{ গ্রাম Al}$$

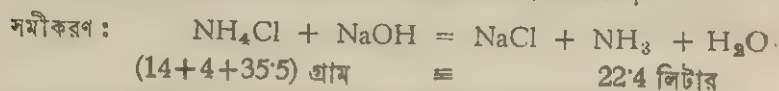
অতএব 0.0321 গ্রাম অবিশুদ্ধ Al-এর মধ্যে, বিশুদ্ধ Al-এর পরিমাণ আছে 0.02973 গ্রাম।

বা, 100 গ্রাম অবিশুদ্ধ Al-এর মধ্যে, বিশুদ্ধ Al-এর পরিমাণ আছে—

$$\frac{0.02973}{0.0321} \times 100 \text{ বা } 92.62 \text{ গ্রাম।}$$

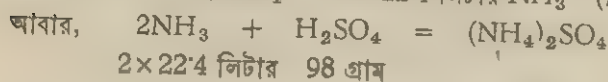
অতএব প্রদত্ত Al-এর বিশুদ্ধতা 92.62%

(4) 107 গ্রাম NH_4Cl হইতে যে পরিমাণে NH_3 উৎপন্ন হয়, উহার সহিত সম্পূর্ণ বিক্রিয়া করিতে কি আয়তন H_2SO_4 (ঘনত্ব 1.84) লাগিবে?



গ্রাম ওজন অনুপাতে, $53.5 \text{ গ্রাম NH}_4\text{Cl} \equiv 22.4 \text{ লিটার NH}_3$

বা, $107 \text{ গ্রাম NH}_4\text{Cl} = 2 \times 22.4 \text{ লিটার NH}_3$ (N.T.P.)



$$\therefore 2 \times 22.4 \text{ লিটার NH}_3 \equiv 98 \text{ গ্রাম H}_2\text{SO}_4$$

দুইটি সমীকরণ একত্র করিলে,

$$107 \text{ গ্রাম NH}_4\text{Cl} \equiv 2 \times 22.4 \text{ লিটার NH}_3 \equiv 98 \text{ গ্রাম H}_2\text{SO}_4$$

অতএব নির্ণেয় H_2SO_4 -এর পরিমাণ = 98 গ্রাম

আবার, $M = V \cdot D$ [M = ওজন, V = আয়তন এবং D = ঘনত্ব]
 $98 = V \cdot 1.84$

$$\text{অতএব, H}_2\text{SO}_4\text{-এর নির্ণেয় আয়তন} = \frac{98}{1.84} = 53.2 \text{ সি. সি.}$$

(5) একটি লঘু HCl-এর দ্রবণের ঘনত্ব 1.16 এবং উহাতে ওজন অনুপাতে শতকরা 30 ভাগ অ্যানিড আছে। এই অ্যানিডের 5 লিটার যদি N.T.P.-তে

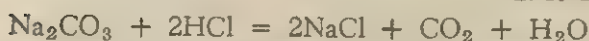
3 কিলোগ্রাম সোডিয়াম কার্বনেটের সহিত বিক্রিয়া করে, তবে উৎপন্ন কার্বন ডায়ক্সাইডের পরিমাণ কত ?

5 লিটার HCl-এর ওজন = 5000×1.16 গ্রাম = 5800 গ্রাম

প্রতি 100 গ্রাম HCl দ্রবণে HCl-এর পরিমাণ, 30 গ্রাম

$$\therefore 5800 \text{ " " " " " " " } = \frac{5800 \times 30}{100}$$

$$= 1740 \text{ গ্রাম}$$



106 গ্রাম 2×36.5 গ্রাম 22.4 লিটার (N.T.P. তে)

বা, 73 গ্রাম HCl বিক্রিয়া করে 106 গ্রাম Na_2CO_3 -এর সহিত

$$\therefore 1740 \text{ গ্রাম " " " } \frac{1740 \times 106}{73} \text{ " " " " " " }$$

$$\text{বা } 2526.57 \text{ গ্রাম " " " " " " " }$$

[অতএব 3000 গ্রাম Na_2CO_3 -এর সম্পূর্ণ অংশ বিক্রিয়া করিবে না অর্থাৎ (3000 - 2526.57) গ্রাম বা 473.43 গ্রাম Na_2CO_3 অবিকৃত থাকিবে। সুতরাং এক্ষেত্রে, ব্যবহৃত অ্যাসিডের পরিমাণ হইতেই CO_2 -এর গণনা করিতে হইবে।]

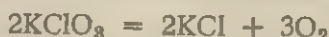
73 গ্রাম HCl, N.T.P. তে 22.4 লিটার CO_2 উৎপন্ন করে

$$\therefore 1740 \text{ " " " " } \frac{1740 \times 22.4}{73} \text{ " " " " " " }$$

$$\text{বা } 533.93 \text{ " " " " " " " }$$

$$\therefore \text{কার্বন ডায়ক্সাইডের পরিমাণ} = 533.93 \text{ লিটার।}$$

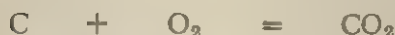
(6) 12.25 গ্রাম পটাশিয়াম ক্লোরেট উত্তপ্ত করিয়া যে অক্সিজেন পাওয়া গেল উহাকে উত্তপ্ত 5 গ্রাম বিশুদ্ধ কার্বনের উপর চালনা করা হইল। কার্বনের কিছু অংশ বিক্রিয়ায় কার্বন ডায়ক্সাইড হইল। 27°C ও 75 সে. মি. চাপে ঐ কার্বন ডায়ক্সাইডের আয়তন কত ? কত কার্বন অবশিষ্ট রহিল ? [H. S. 1963]



245 গ্রাম \equiv 3×22.4 লিটার (N.T.P.)

\therefore 12.25 গ্রাম KClO_3 হইতে উৎপন্ন O_2 -এর পরিমাণ

$$= \frac{3 \times 22.4 \times 12.25}{245} \text{ বা } 3.36 \text{ লিটার}$$



12 গ্রাম \equiv 22.4 লিটার \equiv 22.4 লিটার

(N.T.P.) (N.T.P.)

22.4 লিটার অক্সিজেন 12 গ্রাম C-এর সহিত বিক্রিয়া করে

$$\therefore 3.36 \text{ " " " " } \frac{3.36 \times 12}{22.4} \text{ বা } 1.8 \text{ গ্রাম " " " "}$$

অতএব অবশিষ্ট কার্বনের পরিমাণ = (5 - 1.8) বা 3.2 গ্রাম

আবার N.T.P.তে 22.4 লিটার O₂, N.T.P.তে 22.4 লিটার CO₂ উৎপন্ন করে

$$\therefore \text{ " " " " } 3.36 \text{ " " " " } 3.36 \text{ " " " "}$$

$$\text{এখন, } P_1 = 76 \text{ সে. মি. } P_2 = 75 \text{ সে. মি.}$$

$$V_1 = 3.36 \text{ সে. মি. } V_2 = x \text{ লিটার}$$

$$T_1 = 273^\circ\text{A} \quad T_2 = (273 + 27)^\circ\text{A}$$

$$\therefore \frac{76 \times 3.36}{273} = \frac{75 \times x}{300}$$

$$\text{বা, } x = \frac{76 \times 3.36 \times 300}{75 \times 273} \text{ বা } 3.741 \text{ লিটার}$$

(7) 2 গ্রাম CuSO₄ আছে এরূপ ভরণ হইতে কপারকে অবক্ষিপ্ত করিতে যে H₂S লাগিবে—27°C উষ্ণতা ও 750 মি. মি. চাপে, উহার আয়তন কত? এ পরিমাণ H₂S উৎপন্ন করিতে কত পরিমাণ ফেরাস সালফাইড লাগিবে?

[H. S. 1964]



159.5 গ্রাম

22.4 লিটার (N.T.P.)

159.5 গ্রাম CuSO₄-এর সহিত বিক্রিয়া করিতে N.T.P.তে 22.4 লিটার H₂S লাগে

\therefore 2 গ্রাম " " " " " " N.T.P.তে H₂S লাগে—

$$\frac{2 \times 22.4}{159.5} \text{ বা, } 0.2808 \text{ লিটার}$$

$$P_1 = 760 \text{ মি. মি.}$$

$$P_2 = 750 \text{ মি. মি.}$$

$$V_1 = 0.2808 \text{ লিটার}$$

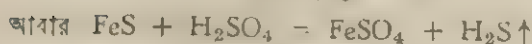
$$V_2 = x \text{ লিটার}$$

$$T_1 = 273^\circ\text{A}$$

$$T_2 = (27 + 273)^\circ\text{A}$$

$$\therefore \frac{760 \times 0.2808}{273} = \frac{750 \times x}{300}$$

$$\text{বা, } x = \frac{760 \times 0.2808 \times 300}{273 \times 750} = 0.3126 \text{ লিটার}$$



88 গ্রাম

22.4 লিটার (N.T.P.)

22.4 লিটার H₂S N.T.P.তে উৎপন্ন করিতে FeS লাগে 88 গ্রাম

\therefore 0.2808 " " " " " " " "

$$= \frac{0.2808 \times 88}{22.4} \text{ বা } 1.104 \text{ গ্রাম}$$

মাত্রায় (ii) 'লিটার প্রতিগ্রাম' মাত্রায় ও (iii) 'আয়তন মাত্রায়' (volume strength) নির্ণয় কর।

(i) ধরা যাক উৎপন্ন O_2 -এর N. T. P' তে আয়তন V সি. সি

$$P_1 = 750 \text{ মি. মি.} \quad P_2 = 760 \text{ মি. মি.}$$

$$V_1 = 5 \text{ লিটার} \quad V_2 = V \text{ লিটার}$$

$$T_1 = (12 + 273) \text{ A} \quad T_2 = 273 \text{ A.}$$

$$\frac{750 \times 5}{285} = \frac{760 \times V}{273}$$

$$\therefore V = \frac{750 \times 5 \times 273}{285 \times 760} = 4.72 \text{ লিটার}$$



$$2 \times 34 \text{ গ্রাম}$$

$$22.4 \text{ লিটার (N.T.P.)}$$

$$22.4 \text{ লিটার } O_2 \text{ উৎপন্ন হয়,} \quad 68 \text{ গ্রাম } H_2O_2 \text{ হইতে}$$

$$\therefore 4.72 \text{ " " " " } \frac{4.72 \times 68}{22.4} \text{ বা } 14.33 \text{ গ্রাম } H_2O_2 \text{ হইতে}$$

এতএব 100 সি. সি. প্রদত্ত দ্রবণে 14.33 গ্রাম H_2O_2 আছে

বা দ্রবণটির শতকরা মাত্রা = 14.33%

(ii) আবার, 1000 সি. সি. প্রদত্ত দ্রবণে 14.33×100

বা 1433 গ্রাম H_2O_2 আছে

\therefore দ্রবণটির শক্তি লিটার/গ্রাম হিসাবে = 143 গ্রাম/লিটার

(iii) আবার সমীকরণ হইতে 22400 সি.সি O_2 দেয় 68 গ্রাম H_2O_2

$$\therefore \frac{22400}{68} \text{ বা } 329.4 \text{ " " " } 1 \text{ গ্রাম "}$$

$$\text{বা} \quad 329.4 \text{ " " } 1\% \text{ 100 সি.সি. } H_2O_2 \text{ এর দ্রবণ}$$

$$\text{বা} \quad 3.294 \text{ " " } 1\% \text{ 1 সি. সি. } H_2O_2 \text{ এর দ্রবণ}$$

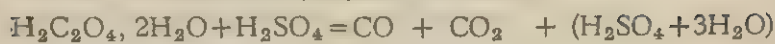
সুতরাং 1% H_2O_2 দ্রবণের মাত্রা = "3.294 আয়তন"

$\therefore 14.33\% \text{ " " " } = 3.294 \times 14.33 \text{ বা "47.2 আয়তন"।}$

(10) অক্সালিক অ্যাসিড একটি কঠিন সোদক কেলস; ইহার সংকেত $H_2C_2O_4$, $2H_2O$ । কত গ্রাম অক্সালিক অ্যাসিড অতিরিক্ত মাত্রার গাঢ় H_2SO_4 এর সহিত উত্তপ্ত করিলে N.T.Pতে 5 লিটার গ্যাসমিশ্র পাওয়া যাইবে?

এ 5 লিটার গ্যাসমিশ্রকে 7.5 লিটার গ্যাসমিশ্রে পরিণত করিতে, কি পরিমাণ কার্বন লাগিবে?

অক্সালিক অ্যাসিডের সহিত গাঢ় H_2SO_4 এর বিক্রিয়া :



126 গ্রাম

22'4 + 22'4

লিটার লিটার

(N.T.P) (N.T.P)

(22'4+22'4) বা 44'8 লিটার গ্যাসমিশ্র পাওয়া যায় 126 গ্রাম অক্সালিক অ্যাসিড হইতে

∴ 5 লিটার গ্যাসমিশ্র ($CO + CO_2$) পাওয়া যায় =

$$\frac{5 \times 126}{44'8} \text{ বা } 14'06 \text{ গ্রাম অক্সালিক অ্যাসিড হইতে}$$

উপরের সমীকরণে দেখা যায়, গ্যাসমিশ্রে সমপরিমাণ CO ও CO_2 থাকে ;

অতএব 5 লিটার গ্যাসমিশ্রে CO এর পরিমাণ = 2'5 লিটার

এবং CO_2 এর " = 2'5 লিটার

গ্যাসমিশ্রের CO এর সহিত কার্বনের বিক্রিয়া নাই, কিন্তু CO_2 এর সহিত ক্ষেততপ্ত কার্বন বিক্রিয়া করে ; যথা



22'4 লিটার $2 \times 22'4$ লিটার (N.T.P)

এবং, CO_2 আয়তনের তুলনায় উৎপন্ন CO এর আয়তন দ্বিগুণ

∴ 2'5 লিটার CO_2 , C-এর সহিত বিক্রিয়ায় 5 লিটার CO করে এবং মোট CO (2'5+5) বা 7'5 লিটার হয়।

সমীকরণ হইতে, 22'4 লিটার CO_2 এর বিক্রিয়ার জন্য 12 গ্রাম C লাগে

∴ 2'5 " " " "

$$\frac{2'5 \times 12}{22'4} \text{ বা } 1'339 \text{ গ্রাম কার্বন লাগে।}$$

□ 3. আয়তন অনুপাতে আয়তন গণনা :

রাসায়নিক বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে এক বা একাধিক বিক্রিয়ক পদার্থ যদি গ্যাস হয়, এবং বিক্রিয়ালব্ধ পদার্থগুলির মধ্যেও এক বা একাধিক পদার্থ যদি গ্যাস হয়, তাহা হইলে বিক্রিয়ক ও বিক্রিয়ালব্ধ গ্যাসগুলির মধ্যে গে লুস্ত্রাকের সূত্রানুযায়ী, বিশেষ বিশেষ আয়তন অনুপাত লক্ষ্য করা যায়। এই আয়তন অনুপাতকে ভিত্তি করিয়া নানা রাসায়নিক গণনা করা যায়। এইগুলিকেই আয়তন অনুপাতে আয়তন গণনা বলা হয়।

সাধারণভাবে, এই জাতীয় গণনাকে 'গ্যাসমিতি' (Eudiometry) নামেও অভিহিত করা হইয়া থাকে।

গ্যাসমিত্রির উপযোগিতা এই যে, ইহার সাহায্যে—

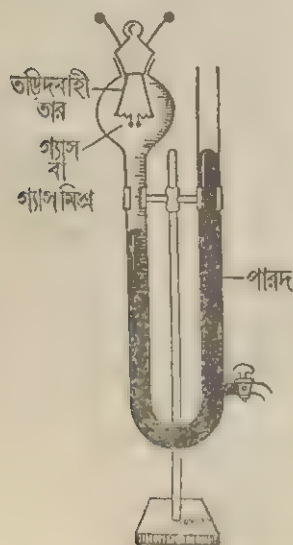
- সরল গ্যাসীয় বিক্রিয়াগুলি বিভিন্ন প্রকার সমস্তার সমাধান করা যায় ;
- গ্যাসীয় মিশ্রণে উপাদানগুলির মাত্রা নির্ণয় করা যায় ;
- অজ্ঞাত সংকেত গ্যাসীয় ধোঁগ, বিশেষ করিয়া অজ্ঞাতসংকেত গ্যাসীয়

হাইড্রোকার্বনের সংকেত নির্ণয় করা যায় ।

গ্যাসীয় বিক্রিয়া সংক্রান্ত পরীক্ষাগুলি, পরীক্ষাগারে, ইউডিয়োমিটার যন্ত্রের সাহায্যে নির্বাহ করা হয়। যন্ত্রটি (চিত্র নং 6.1) একটি U আকৃতির কাচনল, ইহার একপ্রান্ত খোলা মুখ ও অপরপ্রান্ত গোলকাকৃতি। গোলকটির মুখ কাচের ছিপি দ্বারা বদ্ধ। ঐ ছিপির মধ্য দিয়া দুইটি তড়িৎবাহী তার প্রবিষ্ট থাকে। গোলকের মধ্যে তারের প্রান্ত দুইটি—স্বল্প ব্যবধানে এমন ভাবে থাকে যে তার দুইটির মধ্য দিয়া উচ্চ

বিভবের তড়িৎ চালনা করিলে—তার দুইটির মধ্য দিয়া স্ফুলিংগ সৃষ্টি হইয়া তড়িৎ-মোক্ষণ হয়। স্ফুলিংগ যোগে যে তীব্র তাপ উৎপন্ন হয়, উহাতে গোলকে রক্ষিত গ্যাস বা গ্যাস মিশ্রণের মধ্যে (প্রায়শঃই বিস্ফোরণ সহ) বিক্রিয়া ঘটে।

পরীক্ষার পূর্বে যন্ত্রটি পারদপূর্ণ থাকে। পরীক্ষার সূচনায়, খোলা মুখের মধ্য দিয়া কোন গ্যাসের আগমনল প্রবিষ্ট করাষ্টয়া, পারদের অপসারণ দ্বারা গোলকের মধ্যে গ্যাসটির নির্দিষ্ট আয়তন সংগ্রহ করা হয়। সংগৃহীত আয়তন, গোলক ও নলের গায়ে কাটা দাগ হইতে নিরূপণ করা হয়। ইহার পর, গোলকে অল্পরূপভাবে অল্প গ্যাস সংগ্রহ করিয়া উহারও আয়তন নিরূপণ করা হয়। এখন গ্যাসমিশ্রণের মধ্যে তড়িৎবাহী তারযোগে তড়িৎ-চালনা করিলে, স্ফুলিংগ উৎপন্ন হইয়া, গোলকের গ্যাসগুলির মধ্যে বিক্রিয়া ঘটে। বিক্রিয়ার ফলে



চিত্র : 6.1

যদি সংকোচন ঘটে [এই সংকোচনকে প্রথম সংকোচন (first contraction) বলা হয়], তাহা হইলে সংকোচনের ফলে কিছু আয়তন কমিয়া যায়। এই হ্রাসপ্রাপ্ত আয়তনকে গোলক ও নলের দাগ দেখিয়া লিপিবদ্ধ করা হয়। এখন, ঐ মিশ্রণ আবার যদি কোন বিশেষ গ্যাসের বিশেষ শোষক (যেমন CO_2 এর জন্য KOH দ্রবণ) প্রবিষ্ট করা যায়, বিশেষ গ্যাসটি শোষিত হইয়া পুনর্বার আয়তনের সংকোচন ঘটে (এই সংকোচনকে 'দ্বিতীয় সংকোচন' (second contraction) বলা হয়। অনেক ক্ষেত্রেই প্রথম ও দ্বিতীয় সংকোচনের পর, ইউডিয়োমিটারে 'অবশিষ্ট গ্যাস' পড়িয়া থাকে। ইহারও আয়তন লিপিবদ্ধ করা হয়। এই পরিকল্পিত আয়তনগুলির সাহায্যেই গ্যাসমিত্রির নানা গণনা করা হয়।

গ্যাসমিতির গণনায় মনে রাখা প্রয়োজন—

● সমীকরণে লিখিত গ্যাসগুলির গ্রাম-অণুর আয়তন N. T. P-তে 22'4 লিটার।

● গে লুস্ট্রাকের আয়তন অরূপাত সূত্র গ্যাসীয় বিক্রিয়ক ও বিক্রিয়ালব্ধ পদার্থ-গুলিতেই মাত্র প্রযোজ্য ; বিক্রিয়ায় কঠিন বা তরল পদার্থের আয়তন 'শূন্য' (অর্থাৎ নগণ্য) ধরা যায়।

● সম উষ্ণতা ও চাপে সম আয়তন গ্যাসে সমসংখ্যক অণু থাকে (আভোগাড়্রো)।

অধিকাংশ ক্ষেত্রে ইউডিয়োমিটারে গৃহীত গ্যাসের বিক্রিয়াকালে স্ফলিং যোগে, আয়তনের সংকোচন ঘটে। কিন্তু কোন কোন ক্ষেত্রে, গ্যাসীয় বিক্রিয়ায় আয়তনের প্রসারণও ঘটে, আবার কোন কোন ক্ষেত্রে বিক্রিয়ার পূর্বে ও পরের আয়তন অভিন্ন হয়। উদাহরণ :—

বিক্রিয়া	আয়তনে পরিবর্তিত ফল
(1) $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 = \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ (তরল) সংকোচন : 2 আয়তন 1 আয়তন 2 আয়তন 1 আয়তন 0 আয়তন	
(2) $2\text{H}_2 + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O}$ (তরল) সংকোচন : 3 আয়তন 2 আয়তন 1 আয়তন 0 আয়তন	
(3) $2\text{C}_2\text{H}_2 + 5\text{O}_2 = 4\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ (তরল) সংকোচন : 3 আয়তন 2 আয়তন 5 আয়তন 4 আয়তন 0 আয়তন	
(4) $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 = 2\text{NH}_3$ সংকোচন : 2 আয়তন 1 আয়তন 3 আয়তন 2 আয়তন	
(5) $2\text{NH}_3 = \text{N}_2 + 3\text{H}_2$ প্রসারণ : 2 আয়তন 2 আয়তন 1 আয়তন 3 আয়তন	
(6) $4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2 = 4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O}$ (স্ফীম) প্রসারণ : 1 আয়তন 4 আয়তন 5 আয়তন 4 আয়তন 6 আয়তন	
(7) $4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2 = 4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O}$ (তরল) সংকোচন : 5 আয়তন 4 আয়তন 5 আয়তন 4 আয়তন	
(8) C (কঠিন) + $\text{CO}_2 = 2\text{CO}$ প্রসারণ : 1 আয়তন 0 আয়তন 1 আয়তন 2 আয়তন	
(9) $\text{N}_2 + \text{O}_2 = 2\text{NO}$ পরিবর্তন ঘটে না 1 আয়তন 1 আয়তন 2 আয়তন	
(10) $\text{H}_2 + \text{I}_2 = 2\text{HI}$ পরিবর্তন ঘটে না 1 আয়তন 1 আয়তন 2 আয়তন	

□ A. আয়তন অনুপাতে আয়তন গণনা : সরল গ্যাসীয় বিক্রিয়া ঘটিত সমস্যা :

(1) 40 সি.সি. কার্বন মনোক্সাইড গ্যাস বহুল পরিমাণ অক্সিজেনের সহিত মিশ্রিত করিয়া দহন করা হইল। দহনের জন্য প্রয়োজনীয় অক্সিজেনের আয়তন ও উৎপন্ন CO_2 গ্যাসের আয়তন নির্ণয় কর।



2 আয়তন 1 আয়তন 2 আয়তন

1 আয়তন কার্বন মনোক্সাইড দহনের জন্য অর্ধেক আয়তন অক্সিজেন লাগে।

∴ 40 সি.সি. কার্বন মনোক্সাইড দহনের জন্য নির্ণেয় অক্সিজেনের পরিমাণ = 20 সি.সি.

আবার, কার্বন মনোক্সাইড দহনের কালে সম আয়তন CO_2 উৎপন্ন হয়, এক্ষেত্রে 40 সি.সি. কার্বন মনোক্সাইডের দহন ঘটিয়াছে—

∴ নির্ণেয় কার্বন ডায়ক্সাইডের পরিমাণ = 40 সি.সি.

(2) 20 সি.সি. অ্যাসিটিলিন গ্যাসের সহিত 60 সি.সি. অক্সিজেন মিশ্রিত করিয়া তড়িৎ স্ফুলিঙ্গ চালনা করা হইল। বিক্রিয়ার শেষে মিশ্রটিকে শীতল করিলে, মিশ্রটিতে কি কি গ্যাস থাকিবে এবং উহাদের আয়তন কি কি হইবে ?

বিক্রিয়ার সমীকরণ :



2 আয়তন 5 আয়তন 4 আয়তন 0 আয়তন

[শীতল করিলে স্টিম তরল জলে পরিণত হইবে ; উহার আয়তন নগণ্য]

অতএব, 20 সি.সি. C_2H_2 , 50 সি.সি. O_2 -এর সহিত বিক্রিয়ায় 40 সি.সি.

CO_2 তে পরিণত হইবে।

কিন্তু গৃহীত অক্সিজেনের পরিমাণ 60 সি.সি.

এবং দহনে ব্যবহৃত অক্সিজেনের পরিমাণ 50 সি.সি.

(বিয়োগ করিয়া) অতিরিক্ত অব্যবহৃত অক্সিজেনের পরিমাণ 10 সি.সি.

অতএব, বিক্রিয়ার শেষে 40 সি.সি. CO_2 ও 10 সি.সি. O_2 থাকিবে।

(3) প্রমাণ চাপ ও উষ্ণতায় 25 মি.লি. মার্সগ্যাসের সহিত 27°C উষ্ণতা ও 750 মি.মি. চাপে 300 মি.লি. বাতাস মিশ্রিত করিয়া তড়িৎ স্ফুলিঙ্গ চালনা করা হইল। 170°C উষ্ণতা ও 750 মি.মি. চাপে অবশিষ্ট গ্যাসের আয়তন নির্ণয় কর। আয়তন হিসাবে বাতাসে 20 অক্সিজেন আছে। [Calcutta Inter]

মার্সগ্যাস বা মিথেন CH_4 ও অক্সিজেনের বিক্রিয়া :



N.T.P.তে 1 আয়তন

2 আয়তন

1 আয়তন

0 আয়তন

∴ 25 মি.লি. CH_4 গ্যাস, 2×25 বা 50 মি.লি. O_2 গ্যাসের সহিত বিক্রিয়া করিয়া, 25 মি.লি. CO_2 উৎপন্ন করে।

ধরা যাক 27°C ও 750 মি.মি. চাপে 300 মি.লি বায়ুর N.T.P'তে আয়তন V c.c.

$$P_1 = 750 \text{ মি.মি.} \quad P_2 = 760 \text{ মি.মি.}$$

$$V_1 = 300 \text{ মি.লি.} \quad V_2 = V \text{ মি.লি.}$$

$$T_1 = (273+27)^\circ\text{A} \quad T_2 = 273^\circ\text{A}$$

$$\frac{750 \times 300}{300} = \frac{760 \times V}{273}$$

$$\therefore V = \frac{750 \times 300 \times 273}{300 \times 760} = 269.4 \text{ মি.লি}$$

বাতাসে, 20% O_2 আছে ;

∴ 269.4 মি.লি বাতাসে O_2 এর পরিমাণ, $269.4 \times \frac{20}{100}$ বা 53.88 মি.লি

বাতাসে N_2 এর পরিমাণ = $(269.4 - 53.88)$ বা 215.52 মি.লি

পূর্বে দেখা গিয়াছে, 25 মি.লি. মিথেনের সহিত 50 মি. লি. অক্সিজেন বিক্রিয়া করিয়াছে।

$$\begin{aligned} \text{অতএব অবিকৃত } \text{O}_2 \text{ এর পরিমাণ} &= 53.88 - 50 \\ &= 3.88 \text{ মি.লি.} \end{aligned}$$

$$\text{অবিকৃত } \text{N}_2 \text{ এর পরিমাণ} = 215.52 \text{ মি.লি.}$$

O_2 এর সহিত বিক্রিয়ায় উৎপন্ন CO_2 এর পরিমাণ = 25 মি.লি.

সুতরাং বিক্রিয়া শেষে অবশিষ্ট গ্যাসের N.T.P'তে আয়তন

$$= (3.88 + 215.52 + 25) \text{ মি.লি. বা } 244.4 \text{ মি. লি.}$$

এই অবশিষ্ট গ্যাসের, 17°C ও 750 মি.লি চাপে আয়তন ধরা যাক V c.c.

$$P_1 = 760 \text{ মি.মি.} \quad P_2 = 750 \text{ মি.মি.}$$

$$V_1 = 244.4 \text{ মি.লি.} \quad V_2 = V \text{ মি.লি.}$$

$$T_1 = 273^\circ\text{A} \quad T_2 = (273+17)^\circ\text{A}$$

$$\frac{760 \times 244.4}{273} = \frac{750 \times V}{290}$$

$$V = \frac{760 \times 244.4 \times 290}{273 \times 750}$$

$$= 263.1 \text{ মি.লি.}$$

অতএব, 17°C উষ্ণতা ও 750 মি.মি. চাপে অবশিষ্ট গ্যাসের (N_2 , O_2 ও CO_2) আয়তন = 263.1 মি.লি.

(4) একটি গ্যাসীয় মিশ্রের 50%—হাইড্রোজেন, 40%—মিথেন এবং 10%—অক্সিজেন। 27°C ও 750 মি.মি. চাপে এই গ্যাসমিশ্রের 200 মি.লি. পূর্ণ দহন করিতে যে পরিমাণ অতিরিক্ত অক্সিজেন লাগিবে, উহার আয়তন N.T.P'তে কত ?

ধরা যাক, N.T.P'তে প্রদত্ত গ্যাস মিশ্রের আয়তন V মি.লি.

$$P_1 = 750 \text{ মি. মি.} \quad P_2 = 760 \text{ মি. মি.}$$

$$V_1 = 200 \text{ মি. লি.} \quad V_2 = V \text{ মি. লি.}$$

$$T_1 = (273+27)^\circ\text{A} \quad T_2 = 273^\circ\text{A}$$

$$\frac{750 \times 200}{300} = \frac{760 \times V}{273}$$

$$\therefore V = \frac{750 \times 200 \times 273}{300 \times 760} = 179.6 \text{ মি.লি}$$

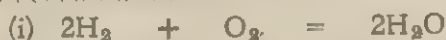
এই 179.6 মি.লি মিশ্রে—

$$\text{H}_2 \text{ এর পরিমাণ} = \frac{179.6 \times 50}{100} = 89.80 \text{ মি.লি}$$

$$\text{CH}_4 \text{ এর পরিমাণ} = \frac{179.6 \times 40}{100} = 71.84 \text{ মি.লি}$$

$$\text{O}_2\text{-এর পরিমাণ} = \frac{179.6 \times 10}{100} = 17.96 \text{ মি. লি.}$$

এখন, দহন বিক্রিয়াগুলি—



2 আয়তন 1 আয়তন

$$\therefore 89.80 \text{ মি. লি. H}_2\text{-এর দহনে অক্সিজেন লাগে } \frac{1}{2} \times 89.80$$

বা 44.90 মি. লি.



1 আয়তন 2 আয়তন

$$\therefore 71.84 \text{ মি. লি. CH}_4\text{-এর দহনে অক্সিজেন লাগে } 2 \times 71.84$$

বা, 143.68 মি. লি.

অতএব, দহনে মোট অক্সিজেন লাগে = (44.90 + 143.68) বা 188.58 মি. লি.

মিশ্রে বর্তমান অক্সিজেনের আয়তন = 17.96 মি. লি.

অতএব, দহনে অতিরিক্ত অক্সিজেন লাগে = (188.58 - 17.96) = 170.62 মি.লি.

(5) একটি কোল গ্যাসের নমুনাকে বিশ্লেষণ করিয়া দেখা যায় যে, উহাতে $\text{H}=50\%$; $\text{CH}_4=35\%$; $\text{C}_2\text{H}_4=5\%$; $\text{N}_2=2\%$ এবং $\text{CO}=8\%$ আছে। এই মিশ্রের 1 লিটারকে দহন করিতে প্রয়োজনীয় বাতাসের আয়তন নির্ণয় কর। বাতাসে অক্সিজেন 20% আয়তন হিসাবে আছে এবং সমস্ত গ্যাসের আয়তন একই চাপ ও উষ্ণতাতে লওয়া হইয়াছে।

নমুনাটির উপাদানগুলির আয়তনিক গঠন হইতে দেখা যায়, 1000 মি. লি. মিশ্রে আছে,

$$H = 1000 \times \frac{50}{100} = 500 \text{ মি. লি.}$$

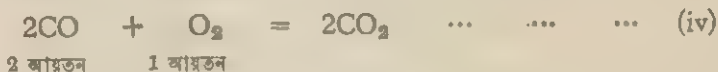
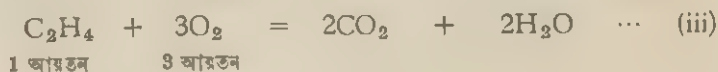
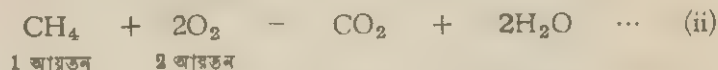
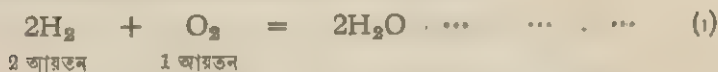
$$CH_4 = 1000 \times \frac{35}{100} = 350 \text{ মি. লি.}$$

$$C_2H_4 = 1000 \times \frac{5}{100} = 50 \text{ মি. লি.}$$

$$N_2 = 1000 \times \frac{2}{100} = 20 \text{ মি. লি.}$$

$$CO = 1000 \times \frac{8}{100} = 80 \text{ মি. লি.}$$

N_2 ভিন্ন সকল গ্যাসগুলিকে দহন করা যাইতে পারে।



(i), (ii), (iii) ও (iv) হইতে দেখা যায়,

$$\begin{aligned} \text{মোট ব্যবহৃত অক্সিজেনে আয়তন} &= \frac{1}{2} \times 500 + 2 \times 350 + 3 \times 50 + \frac{1}{2} \times 80 \\ &= 1140 \text{ মি. লি.} \end{aligned}$$

∴ বাতাসে আয়তন হিসাবে 20% অক্সিজেন আছে,

$$\text{নির্ণয় বাতাসের আয়তন} = 1140 \times \frac{100}{20} \text{ মি. লি.} = 5700 \text{ মি. লি.}$$

বা 5.7 লিটার

(6) 5 সি. সি. মিথেন (CH_4) ও 15 সি. সি. অক্সিজেনের মিশ্রকে বিয়োজিত করা হইল। অবশিষ্ট গ্যাসের উপাদান ও পরিমাণ নির্ণয় কর।



1 আয়তন CH_4 , 2 আয়তন অক্সিজেনের সহিত, 1 আয়তন CO_2 করে
∴ 5 সি. সি. ,, 2×5 সি. সি. ,, ,, 5 সি. সি. CO_2 করে

অতএব উৎপন্ন CO_2 = 5 সি. সি.

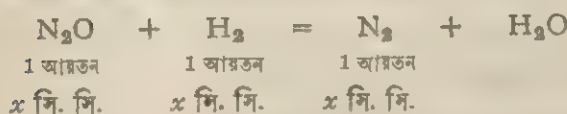
অব্যবহৃত অক্সিজেন = (15 - 2×5) = 5 সি. সি.

সুতরাং অবশিষ্ট গ্যাস = 5 সি. সি. CO_2 ও 5 সি. সি. O_2 .

(7) N_2O এবং NO গ্যাসের 60 সি. সি. মিশ্রের মধ্যে সমআয়তন বিস্তৃত হাইড্রোজেন যোগ করিয়া বিস্ফোরিত করা হইল। অবশিষ্ট গ্যাসরূপে 38 সি. সি. বিস্তৃত N_2 পাওয়া গেল। গ্যাসমিশ্রে উপাদানগুলির প্রতিটির মাত্রা নির্ণয় কর।

ধরা যাক মিশ্রে N_2O -এর পরিমাণ x সি. সি.।

অতএব NO -এর পরিমাণ $(60 - x)$ সি. সি.



$$\therefore (60 - x) \text{ সি. সি.} \quad (60 - x) \text{ সি. সি.} \quad \frac{60 - x}{2} \text{ সি. সি.}$$

$$\text{সমীকরণ হইতে মোট উৎপন্ন } N_2 = x + \frac{60 - x}{2}$$

প্রদত্ত সমস্যা অনুসারে মোট উৎপন্ন $N_2 = 38$ সি. সি.

$$\therefore x + \frac{60 - x}{2} = 38 \quad \text{বা} \quad x = 16 \text{ সি. সি.}$$

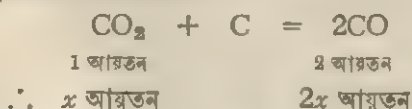
সুতরাং, মিশ্রে $N_2O = 16$ সি. সি.

এবং $NO = (60 - 16) = 44$ সি. সি.।

(8) একটি গ্যাসমিশ্রে আয়তন অনুপাতে তিনভাগ কার্বন মনোক্সাইড ও একভাগ কার্বন ডাইক্সাইড গ্যাস আছে। মিশ্রটি কিরূপে (i) সম্পূর্ণরূপে কার্বন মনোক্সাইডে, (ii) সম্পূর্ণরূপে কার্বন ডাইক্সাইডে পরিণত করা যাইবে? প্রতি ক্ষেত্রে আয়তনিক পরিবর্তন কি হইবে?

ধরা যাক মিশ্রে CO -এর আয়তন $3x$; অতএব, CO_2 -এর আয়তন x ; এবং, মিশ্রটির মোট আয়তন $= 3x + x = 4x$

(i) CO_2 -কে রক্ততপ্ত কার্বনের উপর চালিত করিলে, $CO_2 \rightarrow CO$ তে পরিণত হয়। অতএব মিশ্রটিকে রক্ততপ্ত কার্বনের উপর চালিত করিলে মিশ্রটি সম্পূর্ণরূপে কার্বন মনোক্সাইডে পরিণত হইবে।



সুতরাং বিক্রিয়ার পর মিশ্রটি, পূর্বের $3x$ ও পরে উৎপন্ন $2x$ অর্থাৎ $5x$ কার্বন মনোক্সাইডে পরিণত হইবে।

অর্থাৎ আয়তন $4x$ হইতে $5x$ -এতে প্রসারণ ঘটিবে।

(ii) CO'কে অক্সিজেন সহ দহন করিলে CO₂ হয়। অতএব মিশ্রটিকে যথোচিত পরিমাণ অক্সিজেন সহ দহন করিলে, মিশ্রটি সম্পূর্ণরূপে কার্বন ডায়কসাইডে পরিণত হইবে।



২ আয়তন

২ আয়তন

∴ 3x আয়তন

3x আয়তন

সুতরাং বিক্রিয়ার পর মিশ্রটি পূর্বের x ও পরে উৎপন্ন 3x অর্থাৎ 4x কার্বন ডায়কসাইডে পরিণত হইবে।

অর্থাৎ পূর্বের আয়তন 4x ও পরের আয়তন 4x হওয়ায়, আয়তনের এক্ষেত্রে কোন পরিবর্তন ঘটিবে না।

(9) 25 সি.সি. অক্সিজেনের মধ্যে নিঃশ্বক তড়িৎ মোক্ষণ ঘটাইবার পর দেখা গেল অবশিষ্ট গ্যাসের আয়তন 20 সি. সি.। অবশিষ্ট গ্যাসের উপাদান মাত্রা নির্ণয় কর।

অক্সিজেন গ্যাসের মধ্যে নিঃশ্বক তড়িৎ মোক্ষণ ঘটাইলে উহা ওজোন গ্যাসে পরিণত হয় : বিক্রিয়া।



৩ আয়তন

২ আয়তন

1 আয়তন $\frac{2}{3}$ আয়তন

ধরা যাক গৃহীত অক্সিজেনের x সি. সি. ওজোনে পরিণত হয়।

অতএব উৎপন্ন ওজোনের পরিমাণ = $\frac{2}{3}x$;

এবং অবশিষ্ট অক্সিজেনের পরিমাণ = 25 - x

সুতরাং, অবশিষ্ট মোট গ্যাসের পরিমাণ = $\frac{2}{3}x + 25 - x$

প্রদত্ত সমস্যামুসারে,

$$\frac{2}{3}x + 25 - x = 20 \quad \text{বা, } x = 15 \text{ সি. সি.}$$

অতএব, উৎপন্ন ওজোনের পরিমাণ = $15 \times \frac{2}{3} = 10$ সি. সি.

অবশিষ্ট অক্সিজেনের পরিমাণ = 25 - 15 = 10 সি. সি.

সুতরাং, অবশিষ্ট গ্যাসটি 10 সি. সি. ওজন ও 10 সি. সি. অক্সিজেনের মিশ্র।

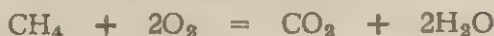
□ B. আয়তন অনুপাতে আয়তন গণনা : গ্যাসীয় মিশ্রের উপাদানগুলির মাত্রা নির্ণয় :

(1) CH₄ ও C₂H₂ গ্যাসের একটি মিশ্রণকে পূর্ণ দহন করিতে 22 সি. সি. অক্সিজেন লাগিল ও 14 সি. সি. CO₂ পাওয়া গেল। মিশ্রণটির মধ্যে CH₄ ও C₂H₂ কি কি পরিমাণে ছিল ?

ধরা যাক, মিশ্রণটির পরিমাণ ছিল y সি. সি. এবং মিশ্রণটিতে CH₄-এর পরিমাণ ছিল x সি. সি.।

∴ মিশ্রণটিতে C₂H₂-এর পরিমাণ ছিল y - x সি. সি.

এখন CH_4 -এর দহন-বিক্রিয়া :



1 আয়তন 2 আয়তন 1 আয়তন

x সি. সি. CH_4 -এর দহনে $2x$ সি. সি. O_2 লাগে এবং x সি. সি. CO_2 উৎপন্ন হয়।

আবার C_2H_2 -এর দহন বিক্রিয়া :



2 আয়তন 5 আয়তন 4 আয়তন

$\therefore y-x$ সি. সি. C_2H_2 -এর দহনে $\frac{5}{2}(y-x)$ সি. সি. O_2 লাগে এবং $2(y-x)$ সি. সি. CO_2 উৎপন্ন হয়।

সুতরাং একত্রে গ্যাস দুইটির দহনের জন্য অক্সিজেন প্রয়োজন—

$$2x + \frac{5}{2}(y-x) \text{ সি. সি.}$$

এবং গ্যাস দুইটি হইতে উৎপন্ন মোট CO_2

$$x + 2(y-x)$$

$$\text{প্রদত্ত প্রমাণসম্মত, } 2x + \frac{5}{2}(y-x) = 22 \quad \dots \quad (1)$$

$$\text{এবং } x + 2(y-x) = 14 \quad \dots \quad (2)$$

এই দুইটি সমীকরণ হইতে x এবং y সমাধান করিয়া,

$$y = 10 \text{ এবং } x = 6$$

অতএব মিশ্রণটিতে 6 সি. সি. CH_4 ও 4 সি. সি. C_2H_2 ছিল।

(2) কার্বন মনোক্সাইড, মিথেন এবং হাইড্রোজেনের একটি মিশ্রের 100 সি. সি. আয়তন লইয়া উহার সহিত 300 সি. সি. অক্সিজেন মিশ্রিত করিয়া বিস্ফোরিত করা হইল। বিস্ফোরণের পর শীতল করিয়া আয়তন হইল 285 সি. সি.। ইহার উপর কণ্টিক পটাল ঝোং করিয়া দেখা গেল অবশেষরূপে 205 সি. সি. অক্সিজেন রহিল। মিশ্রটির উপাদান নির্ণয় কর। সকল গ্যাসের আয়তনগুলিই একই উষ্ণতা ও চাপে পরিমাপ করা হইয়াছে। [জয়েন্ট এন্ট্রাল পরীক্ষা, 1971]

প্রদত্ত অবস্থায় হইতে ব্যবহৃত অক্সিজেনের আয়তন = $300 - 205 = 95$ সি. সি.

উৎপন্ন CO_2 -এর মোট পরিমাণ = $285 - 205 = 80$ সি. সি.

ধরা যাক, মিশ্রটিতে CO -এর পরিমাণ = x সি. সি.

CH_4 -এর পরিমাণ = y সি. সি.

$\therefore \text{H}_2$ -এর পরিমাণ = $(100 - x - y)$ সি. সি.

$$\text{এখন, (a) } 2\text{CO} + \text{O}_2 = 2\text{CO}_2 \quad \dots \quad (i)$$

2 আয়তন 1 আয়তন 2 আয়তন

1 আয়তন $\frac{1}{2}$ আয়তন 1 আয়তন

x আয়তন $\frac{x}{2}$ আয়তন x আয়তন



1 আয়তন 2 আয়তন 1 আয়তন

∴ y আয়তন $2y$ আয়তন y আয়তন



2 আয়তন 1 আয়তন

1 আয়তন $\frac{1}{2}$ আয়তন

∴ $(100 - x - y)$ $\frac{1}{2}(100 - x - y)$

আয়তন

আয়তন

(i), (ii) ও (iii) সূত্র হইতে—

ব্যবহৃত মোট অক্সিজেনের আয়তন = $\frac{x}{2} + 2y + \frac{1}{2}(100 - x - y)$

উৎপন্ন মোট CO_2 -এর আয়তন = $x + y$

প্রদত্ত অংক অনুসারে,

$$\frac{x}{2} + 2y + \frac{1}{2}(100 - x - y) = 95 \text{ সি. সি.} \dots \dots (1)$$

$$\text{এবং } x + y = 80 \text{ সি. সি.} \dots \dots (2)$$

(1) ও (2) সমীকরণ হইতে সমাধান করিয়া $x = 50$, $y = 30$

অতএব মিশ্রটিতে CO -এর পরিমাণ = x সি. সি. = 50 সি. সি.

CH_4 -এর পরিমাণ = y সি. সি. = 30 সি. সি.

H_2 -এর পরিমাণ = $100 - 50 - 30 = 20$ সি. সি.

□ C. আয়তন অনুপাতে আয়তন গণনা : অজ্ঞাত সংকেত গ্যাসীয় যৌগ ও গ্যাসীয় হাইড্রোকার্বনের সংকেত নির্ণয় :

বিভিন্ন গ্যাসের পরস্পরের সহিত বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে বিক্রিয়ক ও বিক্রিয়ালব্ধ গ্যাসগুলির যে আয়তনিক অনুপাত পাওয়া যায় তাহা হইতে অনেক ক্ষেত্রে অজ্ঞাত সংকেত গ্যাসের আণবিক সংকেত নির্ধারণ করা যায়। বিভিন্ন গ্যাসীয় যৌগ, বিশেষ করিয়া হাইড্রোকার্বন শ্রেণীর গ্যাসগুলির সংকেত নির্ধারণের ক্ষেত্রে এই পদ্ধতি বিশেষ উপযোগী। এই পদ্ধতিটি অনুসরণকালে স্মরণ রাখা প্রয়োজন।

● কোন গ্যাসের সহিত অক্সিজেন মিশ্রিত করিয়া দহন করিলে, জল যদি অন্যতম উৎপন্ন পদার্থ হয়, তাহা হইলে (জলের আয়তন তরলরূপে নগণ্য বলিয়া) দহনের পরই গ্যাসমিশ্রের আয়তনের একটি সংকোচন (contraction) ঘটে; অনেক সময় ইহাকে ‘প্রথম সংকোচন’ (first contraction) বলা হয়।

● দহনের ফলে বিক্রিয়কগুলি হইতে যদি কোন অম্লধর্মী গ্যাস (CO_2 , NO_2 ইত্যাদি) উৎপন্ন হয়, তাহা হইলে দহনের পর গ্যাসমিশ্রটিকে ক্ষার (alkali) যোগে ঝাঁকাইলে, অম্লধর্মী গ্যাস ক্ষারে দ্রবীভূত হইয়া যায়—ফলে গ্যাসমিশ্রের আয়তনের আবার সংকোচন ঘটে; অনেক সময় ইহাকে ‘দ্বিতীয় সংকোচন’ (second contraction) বলা হয়।

প্রথম সংকোচন ও দ্বিতীয় সংকোচনের মান হইতে গ্যাসের আণবিক সংকেত গণনা করা যায়।

আণবিক সংকেত দুই প্রকার—স্থূল সংকেত (empirical formula) ও যথার্থ আণবিক সংকেত (true or molecular formula) [পরবর্তী আলোচনা দ্রষ্টব্য]। প্রথম সংকোচন ও দ্বিতীয় সংকোচন হইতে গণিত সংকেতে, অণুর মধ্যে বর্তমান পরমাণুগুলির অল্পপাত হইতে গ্যাসের সংকেত পাওয়া যায়। এরূপ সংকেতকে স্থূল সংকেত বলা হয়। যে সব সমস্তায় প্রথম সংকোচন ও দ্বিতীয় সংকোচন দেওয়া থাকে কিন্তু বাষ্প ঘনত্ব দেওয়া থাকে না, সে সকল ক্ষেত্রে পরিগণিত স্থূল সংকেতই গ্যাসের আণবিক সংকেত।

কোন কোন সময় গ্যাসের আণবিক সংকেত নির্ধারণের ক্ষেত্রে, প্রথম সংকোচন ও দ্বিতীয় সংকোচনের মানের সহিত গ্যাসটির বাষ্প-ঘনত্বও দেওয়া থাকে। এক্ষেত্রে প্রথম সংকোচন ও দ্বিতীয় সংকোচনের মান হইতে গ্যাসের অণুতে উপাদান পরমাণুগুলির অণুপাত নির্ণয় করা হয় ও ঐ অণুপাতে স্থূল সংকেত নির্ণয় করা হয়। এখন ‘আণবিক ওজন বাষ্প ঘনত্বের দ্বিগুণ’, এই সূত্রানুসারে, স্থূল সংকেতকে কত গুণিতক করিলে ঐ আণবিক ওজন হয়—তাহা নিরূপণ করা হয়। গুণিতক সহ স্থূল সংকেতকে গুণ করিয়া যে সংকেত পাওয়া যায়, উহাই গ্যাসটির যথার্থ আণবিক সংকেত।

হাইড্রোকার্বনের সংকেত নির্ণয়ে গঠিত সমস্তাগুলি সাধারণতঃ তিন প্রকারের, যথা—

- (i) হাইড্রোকার্বনের আয়তন, প্রথম সংকোচনের আয়তন ও দ্বিতীয় সংকোচনের আয়তন জানা থাকে ;
- (ii) হাইড্রোকার্বনের আয়তন, প্রথম সংকোচনের আয়তন ও বাষ্পীয় ঘনত্বের মান জানা থাকে ;
- (iii) হাইড্রোকার্বনের আয়তন, ব্যবহৃত অক্সিজেনের আয়তন এবং প্রথম সংকোচনের মান জানা থাকে।

এই নানা প্রকারের সমস্তার সমাধানের জ্ঞা বিশেষ উপযোগী দুইটি সূত্র

(i) দহনে ব্যবহৃত অক্সিজেনের আয়তন

= প্রথম সংকোচনের আয়তন + দ্বিতীয় সংকোচনের আয়তন

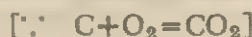
— গৃহীত হাইড্রোকার্বনের আয়তন

(ii) হাইড্রোকার্বনের হাইড্রোজেন অংশটির সহিত দহনে ব্যবহৃত অক্সিজেনের আয়তন

= প্রথম সংকোচনের আয়তন—হাইড্রোকার্বনের আয়তন

এই দুইটি সূত্র ছাড়া, নিম্নলিখিত বিষয়গুলি স্মরণ রাখা প্রয়োজন ; যথা

● হাইড্রোকার্বনের দহনে উৎপন্ন CO_2 এর মধ্যে সর্বদাই সম আয়তন অক্সিজেন থাকে ;



● হাইড্রোকার্বনের দহনে ব্যবহৃত মোট অক্সিজেনের আয়তন—দহনে উৎপন্ন CO_2 -এর আয়তন = হাইড্রোকার্বনের হাইড্রোজেনের সহিত দহনে ব্যবহৃত অক্সিজেনের আয়তন।

● হাইড্রোকার্বনের হাইড্রোজেনের আয়তন = হাইড্রোকার্বনের হাইড্রোজেন অংশের সহিত ব্যবহৃত অক্সিজেনের আয়তন $\times 2$

● হাইড্রোকার্বনের দহনে যে প্রথম সংকোচন ঘটে—

ঐ প্রথম সংকোচনের আয়তন $\times \frac{3}{2} =$ হাইড্রোজেনের আয়তন

এবং ঐ " " " " $\times \frac{1}{2} =$ অক্সিজেনের* আয়তন

● গ্যাসের আণবিক ওজন = $2 \times$ গ্যাসের বাষ্প-ঘনত্ব

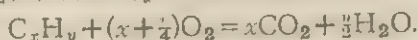
● সাধারণ মোল গ্যাসগুলির অণু, দ্বি-পরমাণুক (H_2 , N_2 , O_2 ইত্যাদি)

● একটি কার্বন ডায়ক্সাইডের অণুতে, 1টি কার্বন পরমাণু থাকে।

□ গ্যাসের আণবিক সংকেত নির্ণয় :

(1) 10 সি. সি. একটি অজ্ঞাত সংকেত হাইড্রোকার্বন যৌগের সহিত 25 সি. সি. অক্সিজেন মিশ্রিত করিয়া বিস্ফোরিত করা হইল। মিশ্রণটি সংকুচিত হইয়া 15 সি. সি. আয়তনে দাঁড়াইল। KOH দ্রবণ যোগে ইহাকে বাকাইলে আয়তনের 10 সি. সি. সংকোচন ঘটিল। হাইড্রোকার্বনটির ঘনত্ব = 8. হাইড্রোকার্বনটির আণবিক সংকেত কি?

যে-কোন হাইড্রোকার্বনের উপযুক্ত অক্সিজেন যোগে দহন ঘটিলে বিক্রিয়াটি হইবে.



এখন অন্ধের সত্যানুযায়ী মিশ্রে KOH যোগ করার পূর্বের আয়তন = 15 সি. সি.

KOH যোগ করায় সংকোচন = 10 সি. সি.

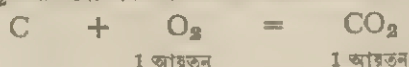
\therefore KOH যোগের পরের আয়তন = 5 সি. সি.

এই অবশিষ্ট আয়তন (15 - 10) বা 5 সি. সি. অতিরিক্ত অক্সিজেন।

অতএব বিক্রিয়ায়, ব্যবহৃত অক্সিজেনের আয়তন = (25 - 5) বা 20 সি. সি.। এই অক্সিজেন অংশত হাইড্রোকার্বনের কার্বনকে কার্বন-ডায়ক্সাইডে পরিণত করিয়াছে ও অংশত হাইড্রোজেনকে জলে পরিণত করিয়াছে।

উৎপন্ন CO_2 -এর আয়তন = KOH দ্বারা সংকোচন = 10 সি. সি.

CO_2 -এর মধ্যে সম-আয়তন অক্সিজেন থাকে

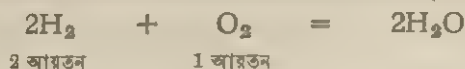


\therefore 10 সি. সি. কার্বন-ডায়ক্সাইডে অক্সিজেন লাগিয়াছে 10 সি. সি.।

সুতরাং হাইড্রোজেনের সহিত সংযোজনের জন্য বাকী অক্সিজেন অর্থাৎ (20 - 10) বা 10 সি.সি. অক্সিজেন লাগিয়াছে।

* হাইড্রোজেনের সহিত দহনে ব্যবহৃত অক্সিজেন।

কিন্তু অক্সিজেন দ্বিগুণ আয়তন হাইড্রোজেনের সহিত যুক্ত হয়



অতএব সংযুক্ত হাইড্রোজেনের আয়তন = 20 সি.সি.

অর্থাৎ 10 সি.সি. হাইড্রোকার্বনের মধ্যে 20 সি.সি. হাইড্রোজেন ছিল এবং উহা 10 সি.সি. কার্বন ডায়ক্সাইড উৎপন্ন করিয়াছে।

বা, 1 আয়তন হাইড্রোকার্বনের মধ্যে 2 আয়তন হাইড্রোজেন ছিল এবং উহা 1 আয়তন কার্বন ডায়ক্সাইড উৎপন্ন করিয়াছে।

ধরা যাক, একই উষ্ণতা ও চাপে গ্যাসের 1 আয়তনে x সংখ্যক অণু থাকে (আভোগাড্রো)।

∴ x অণু হাইড্রোকার্বনের মধ্যে $2x$ অণু হাইড্রোজেন ছিল এবং উহা x অণু কার্বন ডায়ক্সাইড উৎপন্ন করিয়াছে।

বা, 1 অণু হাইড্রোকার্বনের মধ্যে 2 অণু হাইড্রোজেন ছিল এবং উহা 1 অণু কার্বন ডায়ক্সাইড উৎপন্ন করিয়াছে।

কিন্তু 2 অণু হাইড্রোজেনে, হাইড্রোজেনের পরমাণু থাকে 4

এবং, 1 অণু কার্বন ডায়ক্সাইডে কার্বনের পরমাণু থাকে 1

∴ 1 অণু হাইড্রোকার্বনের মধ্যে হাইড্রোজেনের পরমাণু ছিল 4 এবং কার্বনের পরমাণু ছিল 1।

অতএব হাইড্রোকার্বনের স্থূল সংকেত CH_4

ধরা যাক, হাইড্রোকার্বনটির প্রকৃত সংকেত $(\text{CH}_4)_n$

প্রদত্ত হাইড্রোকার্বনের ঘনত্ব = 8; ∴ আণবিক ওজন = $2 \times 8 = 16$

অর্থাৎ, $(\text{CH}_4)_n = 16$

বা, $(1 \times 12 + 4 \times 1)n = 16$ ∴ $n = 1$

সুতরাং হাইড্রোকার্বনটির আণবিক সংকেত = CH_4

(2) কোন গ্যাসীয় হাইড্রোকার্বনের 12 সি. সি.র সহিত অতিরিক্ত অক্সিজেন মিশ্রিত করিয়া বিস্ফোরিত করা হইলে 30 সি.সি. সংকোচন লক্ষ্য করা গেল। অবশিষ্ট গ্যাসে, KOH যোগ করিলে আরো 24 সি. সি. সংকোচন ঘটিল। হাইড্রোকার্বনটির সংকেত কি? (জয়েন্ট এন্ট্রান্স : 1974)

সূত্র অনুসারে, হাইড্রোকার্বনের দহনে ব্যবহৃত অক্সিজেনের আয়তন

= প্রথম সংকোচনের আয়তন + দ্বিতীয় সংকোচনের আয়তন — হাইড্রোকার্বনের আয়তন

$$= (30 + 24 - 12) = 42 \text{ সি. সি.}$$

উৎপন্ন CO_2 এর আয়তন = দ্বিতীয় সংকোচনের আয়তন = 24 সি. সি.

CO_2 -এর মধ্যে, সম আয়তন অক্সিজেন থাকে (∵ $\text{C} + \text{O}_2 = \text{CO}_2$)

∴ উৎপন্ন CO_2 -এর মধ্যে অক্সিজেনের পরিমাণ = 24 সি.সি.

সুতরাং, হাইড্রোজেনের সহিত দহনে ব্যবহৃত অক্সিজেনের আয়তন

$$= (42 - 24) \text{ বা } 18 \text{ সি. সি.}$$

∴ হাইড্রোকার্বনে বর্তমান হাইড্রোজেনের আয়তন $= 2 \times 18 = 36$ সি. সি.

অর্থাৎ 12 সি. সি. হাইড্রোকার্বনে 36 সি. সি. হাইড্রোজেন ছিল ও 24 সি. সি.

CO_2 উৎপন্ন হইয়াছে

বা, 1 আয়তন হাইড্রোকার্বনে 3 আয়তন হাইড্রোজেন ছিল ও 2 আয়তন

CO_2 উৎপন্ন হইয়াছে

ধরা যাক, একই উষ্ণতা ও চাপে 1 আয়তন গ্যাসে n অণু আছে (আভোগাড্রো)

অতএব, n অণু হাইড্রোকার্বনে $3n$ অণু হাইড্রোজেন ছিল ও $2n$ অণু

CO_2 উৎপন্ন করিয়াছে

বা, 1 অণু হাইড্রোকার্বনে 3 অণু হাইড্রোজেন ছিল ও 2 অণু CO_2 উৎপন্ন করিয়াছে

$$3 \text{ অণু হাইড্রোজেন} \equiv 6 \text{ পরমাণু হাইড্রোজেন}$$

$$2 \text{ অণু } \text{CO}_2 \equiv 2 \text{ পরমাণু কার্বন}$$

অতএব হাইড্রোকার্বনটির সংকেত C_2H_6 .

(3) কোনো গ্যাসীয় হাইড্রোকার্বনের সম্পূর্ণ দহনের জন্য উহার আয়তনের 3 গুণ আয়তন অক্সিজেন প্রয়োজন, এবং দহনজাত পদার্থগুলিকে কষ্টিক পটাশের সান্নিধ্যে রাখিলে গৃহীত হাইড্রোকার্বনের আয়তনের দ্বিগুণ আয়তন সংকোচন ঘটে। হাইড্রোকার্বনটির সংকেত নির্ণয় কর।

ধরা যাক গৃহীত হাইড্রোকার্বনের আয়তন x সি. সি.

∴ দহনের জন্য প্রয়োজনীয় অক্সিজেনের আয়তন $= 3x$ সি. সি.

KOH দ্বারা সংকোচন \equiv উৎপন্ন CO_2 -এর আয়তন $= 2x$ সি. সি.

অতএব CO_2 উৎপন্ন করিতে ব্যবহৃত অক্সিজেনের আয়তন $= 2x$ সি. সি.

$$(\because \text{C} + \text{O}_2 = \text{CO}_2)$$

সুতরাং হাইড্রোজেনের সহিত দহনে " " " " $3x - 2x = x$ সি. সি.

∴ হাইড্রোজেনের আয়তন $= 2 \times x = 2x$ সি. সি.

অএএব x সি. সি. হাইড্রোকার্বনে $2x$ সি. সি. হাইড্রোজেন ছিল ও $2x$ সি. সি.

CO_2 উৎপন্ন হইয়াছে

বা, 1 আয়তন " " 2 আয়তন " " ছিল এবং 2 আয়তন

CO_2 উৎপন্ন হইয়াছে

ধরা যাক, সম উষ্ণতা ও চাপে 1 আয়তন গ্যাসে n সংখ্যক অণু থাকে

∴ 1 অণু হাইড্রোকার্বনে, 2 অণু হাইড্রোজেন ছিল এবং 2 অণু CO_2 উৎপন্ন করিয়াছে

$$2 \text{ অণু হাইড্রোজেন} \equiv 4 \text{ পরমাণু হাইড্রোজেন}$$

$$2 \text{ অণু } \text{CO}_2 \equiv 2 \text{ পরমাণু কার্বন}$$

অতএব হাইড্রোকার্বনটির সংকেত C_2H_4 .

(4) 20 সি.সি. কোনো হাইড্রোকার্বনকে 66 সি.সি. অক্সিজেন যোগে বিস্ফোরিত করা হইল। বিস্ফোরণের পর শীতল গ্যাসমিশ্রের আয়তন 56 সি. সি.। ইহার পর KOH যোগ করিয়া দেখা গেল, মিশ্রের আয়তন সংকুচিত হইয়া 16 সি.সি. হইল। অবশিষ্ট গ্যাস, অক্সিজেন। হাইড্রোকার্বনটির সংকেত কি? (জয়েন্ট এন্ট্রান্স, '76)

$$\text{প্রথম সংকোচন} = 20 + 66 - 56 = 30 \text{ সি. সি.}$$

$$\text{দ্বিতীয় সংকোচন} = 56 - 16 = 40 \text{ সি. সি.}$$

$$\text{দহনে ব্যবহৃত মোট অক্সিজেন} = 66 - 16 = 50 \text{ সি. সি.}$$

কার্বনের সহিত দহনে ব্যবহৃত অক্সিজেন

$$= \text{CO}_2\text{-এর আয়তন}$$

$$= \text{দ্বিতীয় সংকোচনের আয়তন} = 40 \text{ সি. সি.}$$

অতএব, হাইড্রোজেনের সহিত দহনে ব্যবহৃত অক্সিজেন

$$= 50 - 40 = 10 \text{ সি. সি.}$$

$$\text{হুতরাং হাইড্রোজেনের পরিমাণ} = 2 \times 10 \text{ বা } 20 \text{ সি. সি.}$$

∴ 20 সি. সি. হাইড্রোকার্বনের মধ্যে 20 সি. সি. হাইড্রোজেন ছিল

ও 40 সি. সি. CO₂ উৎপন্ন হইয়াছে

বা, 1 আয়তন হাইড্রোকার্বনের মধ্যে 1 আয়তন হাইড্রোজেন ছিল

ও 2 আয়তন CO₂ উৎপন্ন হইয়াছে

ধরা যাক একই উষ্ণতা ও চাপে 1 আয়তন গ্যাসে n অণু থাকে (আভোগাড্রো)

অতএব n অণু হাইড্রোকার্বনে n অণু হাইড্রোজেন ছিল ও 2 অণু

CO₂ উৎপন্ন হইয়াছে

বা 1 অণু হাইড্রোকার্বনে 1 অণু হাইড্রোজেন ছিল ও 2 অণু

CO₂ উৎপন্ন হইয়াছে

$$1 \text{ অণু হাইড্রোজেন} = 2 \text{ পরমাণু হাইড্রোজেন}$$

$$2 \text{ অণু CO}_2 = 2 \text{ পরমাণু কার্বন}$$

∴ হাইড্রোকার্বনটির সংকেত C₂H₂.

(5) কোন গ্যাসীয় হাইড্রোকার্বনের 20 সি.সি.র সহিত উপযুক্ত পরিমাণ অক্সিজেন মিশ্রিত করিয়া বিস্ফোরিত করার পর 60 সি.সি. সংকোচন লক্ষ্য করা গেল। হাইড্রোকার্বনটির ঘনত্ব=22। হাইড্রোকার্বনটির আণবিক সংকেত নির্ণয় কর।

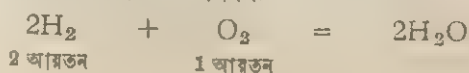
[জয়েন্ট এন্ট্রান্স, 1972]

হাইড্রোকার্বনটির দহনে,

হাইড্রোজেনের সহিত দহনে ব্যবহৃত অক্সিজেনের আয়তন

$$= \text{প্রথম সংকোচনের আয়তন} - \text{হাইড্রোকার্বনের আয়তন}$$

$$= 60 \text{ সি.সি.} - 20 \text{ সি.সি.} = 40 \text{ সি.সি.}$$



স্বতন্ত্রসারে, অক্সিজেন দ্বিগুণ আয়তনের হাইড্রোজেনের সহিত যুক্ত হয়।

∴ সংযুক্ত হাইড্রোজেনের আয়তন = $2 \times 40 = 80$ সি.সি.

20 সি.সি. হাইড্রোকার্বনের মধ্যে 80 সি.সি. হাইড্রোজেন ছিল।

বা, 1 আয়তন হাইড্রোকার্বনের মধ্যে 4 আয়তন হাইড্রোজেন ছিল।

ধরা যাক, অল্পরূপ উষ্ণতা ও চাপে 1 আয়তন গ্যাসে x সংখ্যক অণু থাকে।

(অ্যাভোগাড্রো)

∴ x অণু হাইড্রোকার্বনের মধ্যে $4x$ অণু হাইড্রোজেন ছিল

বা, 1 অণু হাইড্রোকার্বনের মধ্যে 4 অণু হাইড্রোজেন ছিল।

বা, 1 অণু হাইড্রোকার্বনের মধ্যে 8 পরমাণু হাইড্রোজেন ছিল।

[∴ হাইড্রোজেন অণু দ্বি-পরমাণুক]

ধরা যাক, হাইড্রোকার্বনে, C-পরমাণুর সংখ্যা n

অতএব হাইড্রোকার্বনের সংকেত = C_nH_8

হাইড্রোকার্বনের প্রদত্ত বাষ্পঘনত্ব = 22

∴ হাইড্রোকার্বনের আপেক্ষিক ওজন = 2×22 বা, 44

অর্থাৎ, $C_nH_8 = 44$ বা $n \times 12 + 8 \times 1 = 44$ বা, $n = 3$.

সুতরাং, হাইড্রোকার্বনটির সংকেত = C_3H_8 .

(6) নিম্নলিখিত পরীক্ষাফলগুলি হইতে নাইট্রাস অক্সাইড গ্যাসের আণবিক সংকেত নির্ণয় কর—

গৃহীত নাইট্রাস অক্সাইডের আয়তন = 10 সি. সি.

গৃহীত গ্যাসে হাইড্রোজেন যুক্ত করার পর আয়তন = 28 সি. সি.

গ্যাসমিশ্র বিস্ফোরিত করার পর আয়তন = 18 সি. সি.

বিস্ফোরিত করার পর গ্যাসমিশ্রে অক্সিজেন

যুক্ত করার পর আয়তন = 27 সি. সি.

দ্বিতীয় বার বিস্ফোরিত করার পর অবশিষ্ট গ্যাসের আয়তন = 15 সি. সি.

[সকল গ্যাস-আয়তনই N. T. P'তে নিরূপিত হইয়াছে]। ক. বি—মাধ্যমিক]

[এই সমস্যাটি সমাধানের পূর্বে বিক্রিয়াগুলি অনুধাবন করা প্রয়োজন। নাইট্রাস অক্সাইড—নাইট্রোজেন ও অক্সিজেনের যৌগ : হইতে হাইড্রোজেন যোগ করিয়া বিস্ফোরিত করিলে, অক্সিজেন অংশ হাইড্রোজেনের সহিত যুক্ত হইয়া জল করে, নাইট্রোজেন অবিকৃত থাকে। অতএব প্রথম বিস্ফোরণের পর উৎপন্ন গ্যাস—নাইট্রোজেন ও অতিরিক্ত হাইড্রোজেন।

এই মিশ্রে অক্সিজেন যোগ করিয়া বিস্ফোরিত করিলে, অক্সিজেন অংশ হাইড্রোজেনের সহিত যুক্ত হইয়া জল করে ও নাইট্রোজেন অবিকৃত থাকে। অতএব দ্বিতীয় বিস্ফোরণের পর, গ্যাসমিশ্রে নাইট্রোজেন ও অতিরিক্ত অক্সিজেন থাকে।] "

দ্বিতীয়বার বিস্ফোরণের কালে সংকোচনের পরিমাণ = $27 - 15$ বা 12 সি. সি. :

জল উৎপন্ন হওয়ার জন্য এই সংকোচন হইয়াছে।

এই সংকোচনের আয়তন $\times \frac{2}{3} =$ হাইড্রোজেনের আয়তন

এবং এই " " $\times \frac{1}{3} =$ অক্সিজেনের আয়তন

অতএব, হাইড্রোজেনের আয়তন ছিল $= 12 \times \frac{2}{3} = 8$ সি. সি.

অক্সিজেনের আয়তন ছিল $= 12 \times \frac{1}{3} = 4$ সি. সি.

মোট ব্যবহৃত অক্সিজেনের পরিমাণ $= 27 - 18 = 9$ সি. সি.

হাইড্রোজেনের সহিত বিক্রিয়ায় ব্যবহৃত অক্সিজেনের পরিমাণ $= 4$ সি. সি.

অতএব, অতিরিক্ত অব্যবহৃত অক্সিজেনের পরিমাণ $= (9 - 4)$ বা 5 সি.সি.

অবশিষ্ট গ্যাসের (N_2 ও অতিরিক্ত অক্সিজেন) পরিমাণ $= 15$ সি.সি.

\therefore নাইট্রোজেনের পরিমাণ $= (15 - 5)$ বা 10 সি. সি.

আবার, প্রথম বিস্ফোরণের শেষে যে অতিরিক্ত হাইড্রোজেন ছিল (উহাই অক্সিজেনের সহিত বিস্ফোরণে জল করিয়াছে) উহার পরিমাণ $= 8$ সি.সি.

মোট ব্যবহৃত হাইড্রোজেনের পরিমাণ $= (28 - 10)$ বা 18 সি.সি.

অতএব, প্রথম বিস্ফোরণের কালে ব্যবহৃত হাইড্রোজেনের পরিমাণ

$$= (18 - 8) \text{ বা } 10 \text{ সি.সি.}$$

অতএব প্রথম বিস্ফোরণে হাইড্রোজেনের সহিত সংযুক্ত অক্সিজেনের আয়তন

$$= \frac{1}{2} \times 10 \text{ বা } 5 \text{ সি.সি.} \quad (\because 2H_2 + O_2 = 2H_2O)$$

এই অক্সিজেন, নাইট্রাস অক্সাইডের অক্সিজেন অংশ।

\therefore নাইট্রাস অক্সাইডে, অক্সিজেনের পরিমাণ $= 5$ সি. সি.

অতএব 10 সি.সি. নাইট্রাস অক্সাইডে 10 সি.সি. নাইট্রোজেন ও 5 সি.সি. অক্সিজেন ছিল।

বা 1 আয়তন নাইট্রাস অক্সাইডে 1 আয়তন নাইট্রোজেন ও $\frac{1}{2}$ আয়তন অক্সিজেন ছিল।

ধরা যাক 1 আয়তন গ্যাসে N.T.P. তে n অণু থাকে (অ্যাভোগাড্রো)

\therefore 1 অণু নাইট্রাস অক্সাইডে 1 অণু নাইট্রোজেন ও $\frac{1}{2}$ অণু অক্সিজেন ছিল

বা 1 অণু " " 2 পরমাণু " ও 1 পরমাণু " "

সুতরাং নাইট্রাস অক্সাইডের সংকেত $= N_2O$.

(7) 10 সি. সি. নাইট্রাস অক্সাইডকে কোন পরিমাণ 'তড়িৎ বিশ্লেষণজাত গ্যাসের' (electrolytic gas) সহিত মিশ্রিত করিয়া বিস্ফোরিত করা হইল : শীতল করার পর গ্যাসমিশ্রের আয়তন হইল 15 সি.সি.। এই মিশ্রে ক্ষারীয় পাইরোগ্যালেন্ট দ্রবণ যোগ করার পর অবশিষ্ট গ্যাসের (নাইট্রোজেন) আয়তন হইল 10 সি.সি.। নাইট্রাস অক্সাইডের সংকেত কি ?

[প্রদত্ত সমস্তায়—'তড়িৎ বিশ্লেষণজাত গ্যাস' বলিতে জলের তড়িৎ বিশ্লেষণজাত অক্সিজেন ও হাইড্রোজেনের (আয়তনিক অনুপাত 1 : 2) বুঝায়। আবার প্রদত্ত সমস্তায় যে ক্ষারীয় পাইরোগ্যালেন্ট ব্যবহৃত হইয়াছে উহা অক্সিজেন গ্যাসের শোধক।

নাইট্রাস অক্সাইড—নাইট্রোজেন ও অক্সিজেনের যৌগ। ইহার সহিত হাইড্রোজেন ও অক্সিজেন যুক্ত করিয়া বিস্ফোরিত করিলে, হাইড্রোজেন অংশ, নাইট্রাস অক্সাইডের অক্সিজেন অংশের সহিত যুক্ত হইয়া জল করে। বিস্ফোরণের পর নাইট্রোজেন ও অতিরিক্ত অক্সিজেন পড়িয়া থাকে।]

ক্ষারীয় পাইরোগ্যালৈট দ্রবণ যোগ করার আগে গ্যাসমিশ্রের আয়তন = 15 সি.সি.

" " " " " পরে " " = 10 সি.সি.

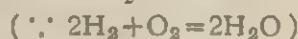
অতএব, শোষিত (অতিরিক্ত) অক্সিজেনের আয়তন = 15 - 10 = 5 সি.সি.

এই 5 সি.সি. অক্সিজেন তড়িৎবিশ্লেষণজাত গ্যাসের অক্সিজেন।

অতএব উহার সহিত সংশ্লিষ্ট হাইড্রোজেন ছিল = $2 \times 5 =$ বা 10 সি.সি.

এই 10 সি.সি. হাইড্রোজেন নাইট্রাস অক্সাইডের অক্সিজেন অংশের সহিত প্রথম বিস্ফোরণকালে যুক্ত হইয়াছে।

অতএব নাইট্রাস অক্সাইড হইতে প্রাপ্ত অক্সিজেনের পরিমাণ = $\frac{1}{2} \times 10 = 5$ সি.সি.



সুতরাং 10 সি.সি. নাইট্রাস অক্সাইডে 10 সি.সি. নাইট্রোজেন ও 5 সি.সি. অক্সিজেন ছিল।

বা, 1 আয়তন নাইট্রাস অক্সাইডে 1 আয়তন নাইট্রোজেন ও $\frac{1}{2}$ আয়তন অক্সিজেন ছিল।

ধরা যাক সম উষ্ণতা ও চাপে 1 আয়তন গ্যাসে n অণু থাকে (আভোগাড্রো)

\therefore 1 অণু নাইট্রাস অক্সাইডে 1 অণু নাইট্রোজেন ও $\frac{1}{2}$ অণু অক্সিজেন ছিল।

বা 1 " " " 2 পরমাণু " ও 1 পরমাণু " "

সুতরাং নাইট্রাস অক্সাইডের সংকেত— N_2O .

শতকরা সংযুতি

(Percentage composition)

100 ভাগ পদার্থে মৌল বা যৌগ পদার্থ যে পরিমাণে বর্তমান থাকে উহাকে মৌল বা যৌগের শতকরা মাত্রা বলা হয়। সাধারণত, কঠিন বা তরলের ক্ষেত্রে শতকরা মাত্রা ওজন অনুপাতে (by weight) এবং গ্যাসীয় পদার্থের ক্ষেত্রে শতকরা মাত্রা আয়তন অনুপাতে (by volume) প্রকাশ করা হয়।

ওজন অনুপাতে শতকরা মাত্রা, পদার্থটির আণবিক সংকেত ও মৌলগুলির পারমাণবিক ভরগুলি জানা থাকিলে সহজেই গণনা করা যায়। যেমন—

জলের আণবিক সংকেত, H_2O

জলের আণবিক ওজন, $(2 \times 1 + 1 \times 16) = 18$

গ্রামকে একক ধরিলে 18 গ্রাম জলে 2 গ্রাম H ও 16 গ্রাম O আছে।

অতএব, গ্রামকে একক ধরিলে 100 গ্রাম জলে $\frac{2}{18} \times 100$ গ্রাম H এবং $\frac{16}{18} \times 100$ গ্রাম O আছে।

বা, H-এর শতকরা মাত্রা = $\frac{2}{18} \times 100 = 11.11\%$

O-এর শতকরা মাত্রা = $\frac{16}{18} \times 100 = 88.88\%$

অনুরূপভাবে, যৌগের মধ্যে ক্ষুদ্রতর যৌগ বা যৌগাংশের গণনাও করা যায়। যেমন, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ বা ব্লু-ভিট্রিয়ল (Blue-Vitriol) -এর মধ্যে কেলাস জলের (water of crystallisation) শতকরা মাত্রা কি?

ব্লু-ভিট্রিয়লের আণবিক সংকেত, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$

$$\begin{aligned} \text{ব্লু-ভিট্রিয়লের আণবিক ওজন, } (63.5 + 32 + 4 \times 16) + 5(2 \times 1 + 1 \times 16) \\ = 159.5 + 90 = 249.5 \end{aligned}$$

গ্রামকে একক ধরিলে,

249.5 গ্রাম ব্লু-ভিট্রিয়লে 90 গ্রাম কেলাস জল আছে।

\therefore 100 গ্রাম ব্লু-ভিট্রিয়লে $\frac{100 \times 90}{249.5}$ বা 36.07 গ্রাম কেলাস জল আছে।

অতএব ব্লু-ভিট্রিয়লে কেলাস জলের শতকরা মাত্রা 36.07%।

● শতকরা মাত্রা সংযুতি ও যৌগের স্থূল সংকেত :

যৌগের আণবিক সংকেত এবং উহার উপাদান মৌলগুলি যৌগের মধ্যে যে যে পরমাণু সংখ্যা বর্তমান তাহা জানা থাকিলে যেমন মৌলগুলির শতকরা সংযুতি নির্ণয় করা যায়, বিপরীতক্রমে কোন অজ্ঞাত সংকেত যোগে মৌলগুলির শতকরা সংযুতি ও মৌলগুলির যথাক্রমিক পারমাণবিক ওজনগুলি জানা থাকিলে যৌগটির 'স্থূল সংকেত' (empirical formula) নির্ণয় করা যায়।

অজ্ঞাত-সংকেত যোগে মৌলগুলির শতকরা মাত্রাকে উহাদের যথাক্রমিক পারমাণবিক ওজন দ্বারা ভাগ করিলে যৌগের এক অণুতে বর্তমান মৌলগুলির যথাক্রমিক পরমাণু সংখ্যাগুলি পাওয়া যায়।

ধরা যাক, A ও B দুইটি মৌল এবং একটি অজ্ঞাত সংকেত যোগে ইহাদের মাত্রা পাওয়া গেল $A = m\%$, $B = n\%$ এবং A মৌলটির পারমাণবিক ওজন $= a$, B মৌলটির পারমাণবিক ওজন $= b$ ।

এখন যৌগটির সংকেত যদি $A_x B_y$ হয়, তবে যোগে A 'র ওজন $x \times a$ এবং B 'র ওজন $y \times b$; অতএর A এবং B 'র ওজনের অনুপাত $xa : yb$, এই অনুপাত অবশ্যই $m : n$ অনুপাতের সমান হইবে।

$$xa : yb :: m : n$$

$$\text{বা, } x : y = \frac{m}{a} : \frac{n}{b}$$

সুতরাং যোগে বর্তমান A 'র পরমাণু সংখ্যা $(x) = \frac{A\text{-র শতকরা মাত্রা } (m)}{A\text{-র পারমাণবিক ওজন } (a)}$

এবং B 'র পরমাণু সংখ্যা $(y) = \frac{B\text{-এর শতকরা মাত্রা } (n)}{B\text{-র পারমাণবিক ওজন } (b)}$

এইভাবে নির্ণীত মৌলগুলির পরমাণু সংখ্যার ভিত্তিতে যৌগের যে অণুর সংকেত পাওয়া যায়, উহাকে যৌগের আপাত বা স্থূল সংকেত বলা হয়।

অনেক সময় গণনাতে এইভাবে নির্ণীত পরমাণু সংখ্যাগুলি ভগ্নাংশ হয়। কিন্তু পরমাণু-তত্ত্বানুযায়ী, পরমাণু অবিভাজ্য। সেক্ষেত্রে প্রাপ্ত ক্ষুদ্রতম পরমাণু সংখ্যাটির দ্বারা, অন্য পরমাণু সংখ্যাকে ভাগ করা হয় এবং ভাগফলগুলি পরমাণু সংখ্যাগুলির অন্তপাত নির্দেশ করে। যদি ভাগ করার পরেও পরমাণু সংখ্যাগুলিতে ভগ্নাংশ বর্তমান থাকে তখন উহাকে সাধারণ কোন গুণনীয়ক যোগে গুণ করিয়া পূর্ণসংখ্যায় পরিণত করা হয়। ঐ পূর্ণসংখ্যাগুলি, যোগে বর্তমান মৌলগুলির যথাক্রমিক পরমাণু সংখ্যার সঠিক অন্তপাত।

উদাহরণ : একটি যোগে H—1.59, N—22.22, এবং O—76.19% আছে। যোগ পদার্থটির স্থূল সংকেত কি ?

যোগে বর্তমান মৌল	শতকরা ওজন	শতকরা ওজন ÷ পারমাণবিক ওজন	মৌলগুলির পরমাণু সংখ্যার অন্তপাত	পরমাণু সংখ্যা অন্তপাত- গুলিকে ক্ষুদ্রতম সংখ্যা দ্বারা ভাগ করিয়া
H	1.59	$1.59 \div 1 = 1.59$	1.59	1
N	22.22	$22.22 \div 14 = 1.58$	1.58	1
O	76.19	$76.19 \div 16 = 4.76$	4.76	3

∴ যোগে H, N ও O-এর পরমাণু সংখ্যার যথাক্রমিক অন্তপাত 1:1:3 বা যোগটির স্থূল সংকেত HNO_3 ।

● স্থূল সংকেত ও যথার্থ আণবিক সংকেত (Empirical formula and Molecular formula) :

স্থূল সংকেতে, যোগের অণুতে কি কি মৌল বর্তমান আছে এবং বর্তমান মৌলগুলি কোন্ কোন্ পরমাণু সংখ্যার অন্তপাতে থাকে তাহাই জানা যায়। অনেকক্ষেত্রে যোগের একটি প্রকৃত অণুতে, স্থূল সংকেতে মৌলগুলির পরমাণু যে অন্তপাতে থাকে তাহার গুণিতক হিসাবেও থাকিতে পারে। যোগের স্থূল সংকেতের যথার্থ গুণিতক যোগে যোগের 1টি প্রকৃত অণুতে বর্তমান বিভিন্ন মৌলের পরমাণুগুলির প্রকৃত সংখ্যাগুলি যে সংকেতে পাওয়া যায় উহাকে যোগের যথার্থ আণবিক সংকেত বলা হয়।

উদাহরণস্বরূপ, হাইড্রোজেন পারক্সাইডের মধ্যে হাইড্রোজেন এবং অক্সিজেনের শতকরা সংযুতি হইতে যে সংকেত পাওয়া যায় উগ হইতে হাইড্রোজেন পারক্সাইডের প্রকৃত সংকেত HO , H_2O_2 বা $(\text{HO})_2$, H_3O_3 বা $(\text{HO})_3$, H_4O_4 বা $(\text{HO})_4$ প্রভৃতির যেকোন একটি হইতে পারে; কারণ প্রত্যেকটিতে পরমাণু সংখ্যার অন্তপাতে $\text{H} : \text{O} :: 1 : 1$ । এক্ষেত্রে হাইড্রোজেন পারক্সাইডের যথার্থ সংকেত

নিরূপণ করিতে হইলে উপরের নানা সম্ভাব্য সংকেতের মধ্যে বিশেষ কোনটি হাইড্রোজেন পারক্সাইডের পরীক্ষালব্ধ আণবিক ওজনের সহিত সঙ্গতি রক্ষা করে তাহা দেখিতে হইবে।

হাইড্রোজেন পারক্সাইডের যথার্থ সংকেত HO হইলে আণবিক ওজন হইবে 9 ; হাইড্রোজেন পারক্সাইডের যথার্থ সংকেত H_2O_2 হইলে আণবিক ওজন হইবে 18 , হাইড্রোজেন পারক্সাইডের যথার্থ সংকেত H_3O_3 হইলে আণবিক ওজন হইবে 27 ; হাইড্রোজেন পারক্সাইডের যথার্থ সংকেত H_4O_4 হইলে আণবিক ওজন হইবে 36।

এখন হাইড্রোজেন পারক্সাইডের প্রকৃত আণবিক ওজন = 18।

অতএব হাইড্রোজেন পারক্সাইডের প্রকৃত সংকেত = $(HO)_2 = H_2O_2$

অতরাং স্থল সংকেতের সহিত আণবিক ওজনের সামঞ্জস্য করিয়া তবেই প্রকৃত সংকেত নিরূপণ হয়।

গাণিতিক উদাহরণ

(1) পটাশ অ্যালুমের (potash alum) মধ্যে অ্যালুমিনিয়াম, সালফেট (SO_4) ও কেলাস জলের শতকরা মাত্রা নির্ণয় কর [H. S. 1:68]

পটাশ অ্যালুমের আণবিক সংকেত : $K_2SO_4, Al_2(SO_4)_3, 24H_2O$.

$$\begin{aligned} \text{” ” ” ওজন} &= 2 \times 39 + 32 + 4 \times 16 + 2 \times 27 \\ &\quad + 3(32 + 4 \times 16) + 24(2 + 16) \\ &= 948 \end{aligned}$$

$$\therefore \text{Al এর শতকরা মাত্রা} = \frac{54 \times 100}{948} = 5.69$$

$$SO_4 \text{ এর শতকরা মাত্রা} = \frac{384 \times 100}{948} = 40.51$$

$$\text{কেলাস জলের শতকরা মাত্রা} = \frac{432 \times 100}{948} = 45.67$$

(2) সোডিয়াম কার্বনেটের সোদক কেলাসের ($Na_2CO_3, 10H_2O$) এর মধ্যে
(i) অনাঙ্গ সোডিয়াম কার্বনেট (ii) কেলাস জল এবং (iii) Na_2O -এর শতকরা মাত্রা নির্ণয় কর।

অনার্দ্র সোডিয়াম কার্বনেটের মধ্যে Na_2O এর শতকরা মাত্রা কত ?

(i) সোদক সোডিয়াম কার্বনেট কেলাসের সংকেত : $\text{Na}_2\text{CO}_3, 10\text{H}_2\text{O}$

” ” ” ” ” আণবিক ওজন = 286

অনার্দ্র সোডিয়াম কার্বনেটের আণবিক ওজন = 106

$10\text{H}_2\text{O}$ এর ” ” = 180

\therefore অনার্দ্র সোডিয়াম কার্বনেটের শতকরা মাত্রা = $\frac{106 \times 100}{286} = 37.06$

(ii) কেলাস জলের শতকরা মাত্রা = $\frac{180 \times 100}{286} = 62.94$

(iii) আবার $\text{Na}_2\text{CO}_3, 10\text{H}_2\text{O} = \text{Na}_2\text{O} + \text{CO}_2 + 10\text{H}_2\text{O}$

286 গ্রাম = 62 গ্রাম

\therefore Na_2O এর শতকরা মাত্রা = $\frac{62 \times 100}{286} = 21.68$

অনার্দ্র Na_2CO_3 এর মধ্যে Na_2O এর পরিমাণ নির্ণয়ে—

$\text{Na}_2\text{CO}_3 = \text{Na}_2\text{O} + \text{CO}_2$

106 গ্রাম = 62 গ্রাম

\therefore অনার্দ্র Na_2CO_3 এর মধ্যে Na_2O এর শতকরা মাত্রা

= $\frac{62 \times 100}{106} = 58.49$

(3) কোন একটি যৌগের 1 গ্রামের মধ্যে 0.262 গ্রাম নাইট্রোজেন, 0.075 গ্রাম হাইড্রোজেন ও 0.663 গ্রাম ক্লোরিন আছে ? যৌগটির সরলতম সংকেত কি ?

[H. S. Comp. 1962]

যৌগে বর্তমান মোল	শতকরা ওজন	শতকরা ওজন ÷ পারমাণবিক ওজন	মৌলগুলির পরমাণু সংখ্যার অনুপাত	পরমাণু সংখ্যার অনুপাত- গুলিকে ক্ষুদ্রতম সংখ্যা দ্বারা ভাগ করিয়া
N	26.2	$26.2 \div 14$ = 1.87	1.87	$1.87/1.87 = 1$
H	7.5	$7.5 \div 1$ = 7.50	7.50	$7.50/1.87 = 4$
Cl	66.3	$66.3 \div 35.5$ = 1.87	1.87	$1.87/1.87 = 1$

\therefore যৌগে N, H ও Cl-এর পরমাণু-সংখ্যার যথাক্রমিক অনুপাত

1 : 4 : 1

অতএব, যৌগটির সরলতম সংকেত NH_4Cl

(4) কোন যৌগের বিশ্লেষণ ফল : $Mg=9.75\%$, $S=13\%$, $O=71.55\%$ এবং $H=5.7\%$ । যৌগটিতে H অংশ, কেলাস জলরূপে বর্তমান আছে এই সতে, যৌগটির সংকেত নির্ণয় কর।

যৌগে বর্তমান মৌল	শতকরা ওজন	শতকরা ওজন ÷ পারমাণবিক ওজন	মৌলগুলির পরমাণু সংখ্যার অনুপাত	পরমাণু সংখ্যার অনুপাত- গুলিকে ক্ষুদ্রতম সংখ্যা দ্বারা ভাগ করিয়া
Mg	9.75	$9.75 \div 12$ $=0.406$	0.406	$0.406/0.406=1$
S	13.00	$13.00 \div 32$ $=0.406$	0.406	$0.406/0.406=1$
O	71.55	$71.55 \div 16$ $=4.471$	4.471	$4.471/0.406=11$
H	5.77	$5.77 \div 1$ $=5.770$	5.770	$5.770/0.406=14$

অতএব, যৌগটির স্থূল সংকেত = $MgSO_{11}H_{14}$.

এখন 14টি H পরমাণু কেলাস জলরূপে থাকিতে গেলে 7টি O-পরমাণু প্রয়োজন ও 7টি কেলাসজল (H_2O) হয়; অতএব যৌগটি অক্সিজেন পরমাণু (11-7) বা 4টি পৃথকরূপে থাকে।

সুতরাং যৌগটির নির্ণেয় সংকেত = $MgSO_4 \cdot 7H_2O$.

(5) কোন খনিজের বিশ্লেষণ ফল : $Al_2O_3=38.41\%$, $K_2O=12.10\%$, $SiO_2=45.07\%$, $H_2O=4.42\%$ । খনিজটির স্থূল সংকেত নির্ণয় কর।

	Al_2O_3	K_2O	SiO_2	H_2O
আণবিক ওজন	102	94	60	18
খনিজে উপাদান যৌগ	শতকরা ওজন	শতকরা ওজন ÷ যৌগের আণবিক ওজন	যৌগগুলির অণুগুলির অনুপাত	অণু সংখ্যার অনুপাত- গুলিকে ক্ষুদ্রতম সংখ্যা দ্বারা ভাগ করিয়া
Al_2O_3	38.41	$38.41 \div 102$ $=0.376$	0.376	$0.376/0.128=2.93$
K_2O	12.10	$12.10 \div 94$ $=0.128$	0.128	$0.128/0.128=1.00$
SiO_2	45.07	45.07×60 $=0.751$	0.751	$0.751/0.128=5.86$
H_2O	4.42	$4.42 \div 18$ $=0.245$	0.245	$0.245/0.128=1.91$

অতএব, যৌগগুলির অণুর অনুপাত

$Al_2O_3 : K_2O : SiO_2 : H_2O = 2.93 : 1.00 : 5.86 : 1.91$
 $= 3 : 1 : 6 : 2$ (নিকটতম পূর্ণ সংখ্যা ধরিয়া)

সুতরাং খনিজটির স্থূল সংকেত : $K_2O, 3Al_2O_3, 6SiO_2, 2H_2O$.

(6) কোন ধাতুর দুইটি অক্সাইডের মধ্যে যথাক্রমে 27.6% এবং 30% অক্সিজেন আছে। যদি প্রথম অক্সাইডের সংকেত M_2O_3 হয় দ্বিতীয় অক্সাইডের সংকেত নির্ণয় কর।

প্রথম অক্সাইডে অক্সিজেনের ওজন 27.6

অতরাং ধাতুর ওজন (100 - 27.6) বা 72.4

দ্বিতীয় অক্সাইডে অক্সিজেনের ওজন 30

অতরাং ধাতুর ওজন (100 - 30) বা 70

ধরা যাক, ধাতুটির পারমাণবিক ওজন = x

প্রথম অক্সাইডে,

$$\text{ধাতুর পরমাণু সংখ্যা} = \frac{\text{ধাতুর শতকরা মাত্রা}}{\text{ধাতুর পারমাণবিক ওজন}} = \frac{72.4}{x}$$

$$\text{অক্সিজেনের পরমাণু সংখ্যা} = \frac{\text{অক্সিজেনের শতকরা মাত্রা}}{\text{অক্সিজেনের পারমাণবিক ওজন}} = \frac{27.6}{16}$$

প্রথম অক্সাইডের সংকেত M_2O_3

$$\therefore \frac{72.4}{x} : \frac{27.6}{16} :: 3 : 4 \text{ বা, } x = 55.97.$$

দ্বিতীয় অক্সাইডে, ধাতুর পরমাণু সংখ্যা

$$= \frac{\text{ধাতুর শতকরা মাত্রা}}{\text{ধাতুর পারমাণবিক ওজন}} = \frac{70}{55.97} = 1.25$$

$$\text{অক্সিজেনের পরমাণু সংখ্যা} = \frac{\text{অক্সিজেনের শতকরা মাত্রা}}{\text{ধাতুর পারমাণবিক ওজন}} = \frac{30}{16} = 1.87$$

উপরের পরমাণু সংখ্যাগুলিকে ক্ষুদ্রতম সংখ্যা 1.25 দ্বারা ভাগ করিয়া,

$$\begin{array}{l} \text{ধাতুর পরমাণু সংখ্যা} = \frac{1.25}{1.25} = 1 \\ \text{অক্সিজেনের পরমাণু সংখ্যা} = \frac{1.87}{1.25} = 1.5 \end{array} \left| \begin{array}{l} 2 \text{ দ্বারা গুণ করিয়া} \\ \text{পূর্ণ সংখ্যা পাওয়া} \\ \text{যায়} \end{array} \right| \begin{array}{l} 2 \\ 3 \end{array}$$

অতএব, দ্বিতীয় যৌগিকের সংকেত M_2O_3

(7) একটি মোল E দুইটি গ্যাসীয় হাইড্রাইড A ও B উৎপন্ন করে; এই দুইটি হাইড্রাইড যোগে E 'র শতকরা মাত্রা যথাক্রমে 75 এবং 80 এবং উহাদের বাষ্পঘনত্ব যথাক্রমে 8 এবং 15। A যোগের মধ্যে E 'র একটি পরমাণু বর্তমান আছে, ধরিয়া লইয়া—(i) E 'র পারমাণবিক ওজন ও (ii) A এবং B 'র সংকেত নির্ণয় কর।

[H. S. 1964]

(i)	হাইড্রাইড	ঘনত্ব	আণবিক ওজন	E 'র শতকরা মাত্রা
	A	8	$2 \times 8 = 16$	75
	B	15	$2 \times 15 = 30$	80

$$\text{অতএব, A যৌগের আণবিক ওজন } E\text{'র পরিমাণ} = \frac{75 \times 16}{100} = 12$$

$$B \quad " \quad " \quad " \quad E\text{'র} \quad " = \frac{80 \times 30}{100} = 24$$

A যৌগের 1 অণুতে, 1 পরমাণু E মৌল আছে

সুতরাং E মৌলের পারমাণবিক ওজন—12

(ii) A যৌগে :—

মৌল	শতকরা ওজন	শতকরা ওজন ÷ পারমাণবিক ওজন	E ও H এর পরিমাণ সংখ্যার অনুপাত	পরিমাণ সংখ্যার অনুপাত- গুলিকে ক্ষুদ্রতম সংখ্যা দ্বারা ভাগ করিয়া
E	75	$75 \div 12 = 6.25$	6.25	$6.25 \div 6.25 = 1$
H	25	$25 \div 1 = 25$	25	$25 \div 6.25 = 4$

অতএব, A যৌগের সূত্র সংকেত = EH_4

A যৌগের আণবিক ওজন = $2 \times 8 = 16$

ধরা যাক A যৌগের প্রকৃত সংকেত $(EH_4)_n$

$$\therefore (EH_4)_n = 16, \text{ বা } (12 + 4 \times 1)n = 16$$

$$\therefore n = 1$$

অতএব, A যৌগের প্রকৃত সংকেত = EH_4 .

B যৌগে :—

মৌল	শতকরা ওজন	শতকরা ওজন ÷ পারমাণবিক ওজন	E ও H এর পরিমাণ সংখ্যার অনুপাত	পরিমাণ সংখ্যার অনুপাত- গুলিকে ক্ষুদ্রতম সংখ্যা দ্বারা ভাগ করিয়া
E	80	$80 \div 12 = 6.67$	6.67	$6.67 \div 6.67 = 1$
H	20	$20 \div 1 = 20.0$	20.0	$20 \div 6.67 = 3 \text{ (প্রায়)}$

অতএব, B যৌগের সূত্র সংকেত = EH_3

B যৌগের আণবিক ওজন = $2 \times 15 = 30$

B যৌগের প্রকৃত সংকেত = $(EH_3)_n$

$$\therefore (EH_3)_n = 30$$

$$\text{বা } (12 + 3 \times 1)n = 30,$$

$$\text{বা } 15n = 30 \text{ বা, } n = 2$$

অতএব B যৌগের প্রকৃত সংকেত = E_2H_6 .

আণবিক ওজন ও বাষ্প ঘনত্ব (Molecular Weight and Vapour Density)

পদার্থের আণবিক ওজনের সহিত উহার বাষ্প-ঘনত্বের একটি সম্পর্ক আছে।

উদ্বায়ী (volatile) তরল পদার্থ ও গ্যাসীয় পদার্থ, বাষ্প বা গ্যাসীয় অবস্থায়, একই উষ্ণতা ও চাপে সম-আয়তন হাইড্রোজেনের তুলনায় যতক্ষণ ওজনে ভারী, ঐ অনুপাতকে তাহার বাষ্প-ঘনত্ব বলা হয়।

$$\text{বাষ্প ঘনত্ব} = \frac{x \text{ আয়তন গ্যাসের ওজন}}{x \text{ আয়তন হাইড্রোজেনের ওজন}} \quad [\text{একই উষ্ণতা ও চাপে}]$$

আভোগাড্রো প্রকল্প প্রসঙ্গে আলোচনায় দেখানো হইয়াছে—

এই ক্ষেত্রে আণবিক ওজনের পরিমাণ নির্ণয় এবং পদার্থের অজ্ঞাত সংকেত নির্ণয়ে বিশেষ সহায়ক।

গাণিতিক উদাহরণ

(1) একটি যৌগের বিশ্লেষণের ফলে C—92.4, এবং H—7.6, পাওয়া গেল। যৌগটির বাষ্প ঘনত্ব 39, যৌগটির স্থূল সংকেত ও আণবিক সংকেত নির্ণয় কর।

যৌগটিতে, C—92.4% ; H—7.6%

প্রত্যেক মাত্রাগুলিকে ষষ্ঠাংশিক পারমাণবিক ওজন দ্বারা ভাগ করিয়া যৌগটিতে

$$\text{C-এর পরমাণু সংখ্যা} = \frac{92.4}{12} = 7.7 \text{ এবং H-এর পরমাণু সংখ্যা} = \frac{7.6}{1} = 7.6$$

$$\text{পূর্বলব্ধ পরমাণু সংখ্যার প্রত্যেকটিকে ক্ষুদ্রতম সংখ্যা 7.6 দ্বারা ভাগ করিয়া C-এর পরমাণু সংখ্যা} = \frac{7.7}{7.6} = 1.00 \text{ (প্রায়) এবং H-এর পরমাণু সংখ্যা} = \frac{7.6}{7.6} = 1$$

অতএব যৌগটির স্থূল সংকেত CH.

ধরা যাক, যৌগটির আণবিক সংকেত (CH)_n

এখন যৌগটির বাষ্প ঘনত্ব 39

$$\text{অতএব যৌগটির আণবিক ওজন } (2 \times 39) = 78$$

$$\text{সুতরাং আণবিক ওজনের বিচারে } (CH)_n = 78$$

[এখন, C-এর পারমাণবিক ওজন 12, H-এর পারমাণবিক ওজন 1]

$$\therefore (1 \times 12 + 1 \times 1)_n = 78$$

$$\text{বা, } 13n = 78 \text{ বা, } n = 6$$

অতএব যৌগটির আণবিক সংকেত (CH)₆ বা C₆H₆.

(2) একটি যৌগের ওজনমাত্রিক বিশ্লেষণ ফল : H—1.59%, O—76.09% ; N—22.32%। 100°C উষ্ণতা ও 740 মি. মি. চাপে যৌগটির গ্যাসীয় অবস্থায় আয়তন 467.7 মি. লি. এবং ওজন 0.939 গ্রাম। যৌগটির সংকেত কি ?

[H. S. 1970]

যৌগে বর্তমান মৌল	শতকরা ওজন	শতকরা ওজন ÷ পারমাণবিক ওজন	মৌলগুলির পরিমাণ সংখ্যার অনুপাত	পরিমাণ সংখ্যার অনুপাত- গুলিকে ক্ষুদ্রতম সংখ্যা দ্বারা ভাগ করিয়া
H	1.59	$1.59 \div 1 = 1.59$	1.59	1
O	76.09	$76.09 \div 16 = 4.75$	4.75	3
N	22.32	$22.32 \div 14 = 1.59$	1.59	1

অতএব যৌগটির স্থূল সংকেত = HNO_3

100°C উষ্ণতা ও 740 মি. মি. চাপে গ্যাসীয় যৌগের আয়তন = 467.7 মি.লি.

0° " " ও 760 " " " " " " = x "

$$P_1 = 740 \text{ মি. মি.}$$

$$P_2 = 760 \text{ মি. মি.}$$

$$V_1 = 467.7 \text{ সি. সি.}$$

$$V_2 = x \text{ সি. সি.}$$

$$T_1 = (100 + 273)^\circ \text{A}$$

$$T_2 = 273^\circ \text{A.}$$

$$\frac{740 \times 467.7}{373} = \frac{760 \times x}{273}$$

$$\text{বা, } x = \frac{740 \times 467.7 \times 273}{760 \times 373} \text{ সি. সি.} = 333.4 \text{ সি. সি.}$$

N. T. P তে 333.4 সি. সি. গ্যাসের ওজন = 0.939 গ্রাম

$$\therefore \text{ " " } 22400 \text{ " " " } = \frac{22400 \times 0.939}{333.4} = 63.1 \text{ গ্রাম}$$

অতএব গ্যাসটির আণবিক ওজন = 63.1

ধরা যাক গ্যাসটির প্রকৃত সংকেত $(\text{HNO}_3)_x$

$$\therefore (\text{HNO}_3)_x = 63.1$$

$$\text{বা } (1 + 14 + 3 \times 16)x = 63.1$$

$$\therefore x = 1$$

সুতরাং গ্যাসটির প্রকৃত সংকেত = HNO_3 .

অনুশীলনী

1. কোন নাইট্রিক অ্যাসিডের আপেক্ষিক গুরুত্ব 1.522। এই অ্যাসিডের 200 মি. সি.র ওজন কত? ওজন অনুসারে 100 গ্রাম অ্যাসিড লইতে গেলে কত আয়তন অ্যাসিড লওয়া প্রয়োজন?

[Ans: 304.4 গ্রাম; 65.7 মি. সি.]

2. সাধারণ নাইট্রিক অ্যাসিডে ওজন অনুপাতে 65% অ্যাসিড থাকে। প্রতি মি. সি.তে 0.63 গ্রাম বিশুদ্ধ অ্যাসিড থাকিবে এই শর্তে 1 লিটার অ্যাসিড প্রস্তুত করিতে, কত সাধারণ অ্যাসিড লাগিবে?

[Ans: 969.23 গ্রাম]

3. এক লিটার সমুদ্রজল (আপেক্ষিক গুরুত্ব 1.03) বাষ্পীভবনের ফলে 36.4 গ্রাম লবণ অবশেষরূপে পাওয়া গেল। সমুদ্র জলে, ওজন অনুপাতে লবণের শতকরা মাত্রা নির্ণয় কর। [Ans: 3.53%]

4. (i) 111 গ্রাম CaCO_3 -কে HCl দ্রবণে দ্রবীভূত করিয়া অবশেষরূপে কত গ্রাম কঠিন পদার্থ পাওয়া যাইবে? পদার্থটি কি?

(ii) 44 গ্রাম Fe_2O_3 -কে HNO_3 দ্রবণে দ্রবীভূত করিয়া অবশেষরূপে কত গ্রাম কঠিন পদার্থ পাওয়া যাইবে? পদার্থটি কি? [Ans: (i) 128.2 গ্রাম CaCl_2 ; (ii) 139.1 গ্রাম $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$]

5. 3.3 গ্রাম অ্যামোনিয়াম সালফেটকে অতিরিক্ত ক্যালচিনের $[\text{Ca}(\text{OH})_2]$ সহিত উত্তপ্ত করিয়া কত গ্রাম অ্যামোনিয়া গ্যাস পাওয়া যাইবে? পদার্থ উৎপন্ন হইলে তাই চাপে ঐ অ্যামোনিয়া গ্যাসের আয়তন কত হইবে?

[Ans: 0.85 গ্রাম : 1.12 লিটার]

6. কোন সালফিউরিক অ্যাসিডের 40 মি. সি. দ্রবণের মধ্যে 2 গ্রাম জিংক যোগ করিয়া, বাক্যার শেষে দেখা গেল 0.7 গ্রাম জিংক অদ্রবীভূত রহিয়াছে। ঐ সালফিউরিক অ্যাসিড দ্রবণের 1 লিটারের মধ্যে কত ওজন H_2SO_4 ছিল?

[Ans: 49 গ্রাম]

7. কোন অ্যামোনিয়া দ্রবণের আপেক্ষিক গুরুত্ব 0.890 এবং উহাতে ওজন অনুপাতে 36% অ্যামোনিয়া (NH_3) আছে, ঐ অ্যামোনিয়া দ্রবণের 1 লিটার হইতে H_2SO_4 যোগে প্রশমন করিয়া কি পরিমাণ অ্যামোনিয়াম সালফেট উৎপন্ন করা যাইবে?

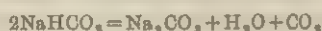
[Ans: 1230 গ্রাম]

8. কোন মার্বেল পাথরের (CaCO_3) নমুনা লইয়া, উহার 2 গ্রাম উত্তপ্ত করিয়া 1 গ্রাম পাথরের চুন (CaO) পাওয়া গেল। ঐ মার্বেল পাথর নমুনাটির শতকরা বিশুদ্ধতা কত?

[Ans: 89.28%]

9. সোডিয়াম বাইকার্বনেট ও সোডিয়াম কার্বনেটের একটি মিশ্র আছে। উহার 5 গ্রামকে উত্তপ্ত করিয়া 3.45 গ্রাম সোডিয়াম কার্বনেট পাওয়া গেল। মিশ্রটির মধ্যে সোডিয়াম বাইকার্বনেট ও সোডিয়াম কার্বনেটের মাত্রা নির্ণয় কর।

[সংকেত: সোডিয়াম বাইকার্বনেট উত্তাপে বিয়োজিত হয়—



ধরা যাক মিশ্রে NaHCO_3 -এর পরিমাণ = x গ্রাম

\therefore মিশ্রে Na_2CO_3 -এর পরিমাণ = $5 - x$ গ্রাম...

[Ans: 84% NaHCO_3 ; 16% Na_2CO_3]

10. 3.2 গ্রাম অক্সিজেন উৎপন্ন করিতে কত গ্রাম KClO_3 উত্তপ্ত করা প্রয়োজন? উৎপন্ন KCl -এর ওজন কত?

[Ans: 8.166 গ্রাম : 4.966 গ্রাম]

11. 16 গ্রাম অক্সিজেন উৎপন্ন করিতে নীচের পদার্থগুলির পাতাকটিতে কত পরিমাণ উত্তপ্ত করা প্রয়োজন—

(i) রেড লেড, (ii) পটাশিয়াম পেরমাংগানেট, (iii) সোডিয়াম নাইট্রেট এবং (iv) লেড নাইট্রেট।

[Pb=208; Mn=55]

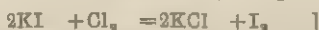
[সংকেত: অক্সিজেন অধায়ে প্রয়োজনীয় সমীকরণগুলি পাওয়া যাইবে।]

[Ans: (i) 685 গ্রাম (ii) 158 গ্রাম (iii) 85 গ্রাম (iv) 331 গ্রাম]

12. 20 গ্রাম সালফার ও 42 গ্রাম জিংকের বিক্রিয়ায় কি পরিমাণ জিংক সালফাইড উৎপন্ন হইবে ?

[Ans: 60.81 গ্রাম]

13. 2.5 গ্রাম MnO_2 -কে অতিরিক্তমাত্রার গাঢ় HCl এতে উত্তপ্ত করিয়া যে ফোরিন পাওয়া গেল, উহাকে পটাসিয়াম অয়োডাইড দ্রবণে চালিত করিলে, কত গ্রাম অয়োডিন উৎপন্ন হইবে ?



[Ans: 7.298 গ্রাম]

14. কিউপ্রাস অক্সাইড ও কিউ প্রক অক্সাইডের একটি মিশ্রে, কপারের পরিমাণ 83%। মিশ্রটির উপাদান নির্ণয় কর।

[Ans: Cu_2O —90%, CuO —10%]

15. একটি কয়লার উপাদান: C—85%, H—5%, O—10%। এই কয়লার 1.5 গ্রাম CO_2 -হীন বায়ুতে পূর্ণ দহন করিয়া যে উৎপন্ন পদার্থগুলি পাওয়া গেল, ঐগুলিকে যথাক্রমে একটি $CaCl_2$ পূর্ণ U-নল ও সোডালাইম পূর্ণ U-নলের মধ্য দিয়া চালিত করা হইল। নল দুইটির ওজনের কি পরিবর্তন ঘটিবে ?

[পি. ইউ. 1963] [Ans: $CaCl_2$ পূর্ণ U-নলের ওজন বৃদ্ধি (জলীয় বাষ্প শোষণের জন্য)

0.675 গ্রাম; সোডালাইম পূর্ণ U-নলের ওজন বৃদ্ধি (CO_2 শোষণের জন্য) 4.675 গ্রাম]

16. সোডিয়াম ক্লোরাইড ও পটাসিয়াম ক্লোরাইডের একটি মিশ্রের 1.5 গ্রামকে H_2SO_4 যোগে উত্তপ্ত ও পরে অতিরিক্ত H_2SO_4 -কে বাষ্পীভূত করিয়া 1.798 গ্রাম মিশ্র সালফেট পাওয়া গেল। মিশ্রটির উপাদানগুলির শতকরা মাত্রা নির্ণয় কর।

[Ans: $NaCl$ —66.6% KCl —33.4%]

17. কোন অ্যান্টিমনিয়াম নমুনার মধ্যে Al_2O_3 অশুদ্ধি আছে। ঐ নমুনার 1 গ্রাম অ্যান্টিমনিয়ামকে HCl যোগে বিক্রিয়া করাইয়া 0.1 গ্রাম হাইড্রোজেন পাওয়া গেল। নমুনাটিতে Al_2O_3 -এর শতকরা মাত্রা নির্ণয় কর।

[Ans: 10%]

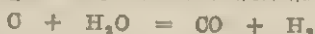
18. (i) কত গ্রাম $KClO_3$ উত্তপ্ত করিলে প্রমাণ উষ্ণতা ও চাপে (S. T. P.) 100 লিটার অক্সিজেন পাওয়া যাইবে ? (ii) 1 গ্রাম কার্বনের পূর্ণ দহনে যে CO_2 পাওয়া যাইবে, $12^\circ C$ উষ্ণতা ও 750 মি. মি. চাপে উহার আয়তন কত ?

[H. S. 1967] [Ans: (i) প্রায় 364.5 গ্রাম (ii) 1.973 লিটার]

19. ক্যালসিয়াম হাইড্রক্সাইড দ্রবণে, প্রমাণ উষ্ণতা ও চাপে কত লিটার কার্বন ডায়ক্সাইড গ্যাস চালনা করিয়া, 25 গ্রাম ক্যালসিয়াম কার্বনেট উৎপন্ন হইবে।

[Ans: 5.6 লিটার]

20. অতি উত্তপ্ত কার্বনের উপর স্টীম চালনা করিয়া 'ওয়াটার গ্যাস' (water gas) নামে, সম আয়তন কার্বন মনোক্সাইড (CO) ও হাইড্রোজেন (H_2) গ্যাসের মিশ্র পাওয়া যায়।



ওয়াটার গ্যাস

- 3 কিলোগ্রাম অতি উত্তপ্ত কার্বন হইতে, প্রমাণ উষ্ণতা ও চাপে কত কিউবিক মিটার 'ওয়াটার গ্যাস' উৎপন্ন হইবে ?

[Ans: 11.2 কিউবিক মিটার]

21. 20 মোল হাইড্রোজেন ও 10 মোল নাইট্রোজেনের মিশ্র হইতে 4 মোল অ্যামোনিয়া উৎপন্ন হইল। মিশ্রণে কত মোল নাইট্রোজেন ও কত মোল হাইড্রোজেন অবশিষ্ট থাকিবে ?

[Ans: 18 মোল N_2 ও 14 মোল H_2]

22. কোন দ্রবণে 0.2 মোল ফেরিক ক্লোরাইড ($FeCl_3$) আছে: উহাতে 0.24 মোল সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড ($NaOH$) যোগ করা হইল। বিক্রিয়ার ফলে কত মোল ফেরিক হাইড্রক্সাইড [$Fe(OH)_3$] উৎপন্ন হইবে ও কত মোল ফেরিক ক্লোরাইড বর্তমান থাকিবে ?

[Ans: 0.08 মোল $Fe(OH)_3$ উৎপন্ন হইবে: 0.12 মোল $FeCl_3$ থাকিবে]

23. 2.6 অ্যাপেক্সিক গুরুত্বকৃত তরল কার্বন ডাইসালফাইডের 100 মি. মি. অক্সিজেন যোগে দহন করিলে উৎপন্ন গ্যাসীয় পদার্থের মোট আয়তন S. T. P. তে কত হইবে ? উৎপন্ন গ্যাসীয় পদার্থগুলি কি কি ?

[Ans: 229.89 লিটার; CO_2 এবং SO_2]

24. 1 কিলোগ্রাম আনথ্রাসাইট কয়লাকে (C—90% এবং H—10%) দহন করিতে কত আয়তন বায়ু লাগিবে ? বায়ুর আয়তনিক উপাদান—80% N_2 ও 20% O_2

[Ans: 11200 লিটার]

25. অতি উত্তপ্ত অক্সারপূর্ণ নলের মধ্য দিয়া 1 লিটার কার্বন মনোক্সাইড ও কার্বন ডায়ক্সাইড মিশ্র চালন, করিয়া 1600 সি. সি. কার্বন মনোক্সাইড পাওয়া গেল। মিশ্রটির উপাদান অনুপাত নির্ণয় কর

[Jt. Entr. 1970] [Ans: $\text{CO} : \text{CO}_2 = 2 : 3$]

26. কোন লঘু HCl দ্রবণের মধ্যে ওজন অনুপাতে 30% অ্যাসিড আছে এবং উহার আপেক্ষিক গুরুত্ব 1.16। 5 লিটার এই অ্যাসিডের সহিত 3 কিলোগ্রাম সোডিয়াম কার্বনেটের বিক্রিয়ায় যে CO_2 উৎপন্ন হইবে N.T.P.'তে উহার আয়তন কত ?

[Ans: 533.93 লিটার]

27. কোন লঘু H_2SO_4 দ্রবণে 3.0 গ্রাম H_2SO_4 আছে; এই অ্যাসিড দ্রবণের সহিত 1.3 গ্রাম জিংকের বিক্রিয়ায়, কোন বিক্রিয়ক পদার্থটি বিক্রিয়া শেষে নিঃশেষিত হইবে? বিক্রিয়ায় উৎপন্ন হাইড্রোজেনের আয়তন 37°C উষ্ণতা ও 755 মি. মি. চাপে কত ?

(H. S. Comp. 1963)

[Ans: Zn নিঃশেষিত হইবে; 0.512 লিটার]

28. পৃথক পৃথক ভাবে 10 গ্রাম কপার ও 10 গ্রাম সালফার উত্তপ্ত করা হইল। উৎপন্ন সালফার ডায়ক্সাইডের অনুপাত নির্ণয় কর। [Cu=63]

[Ans: 32 : 189]

29. কোন যৌগের 1 গ্রামে 0.262 গ্রাম N, 0.075 গ্রাম H এবং 0.663 গ্রাম Cl আছে। যৌগটির সরলতম সংকেত নির্ণয় কর।

27°C উষ্ণতা ও 760 মি. মি. চাপে 1 লিটার অ্যামোনিয়া উৎপন্ন করিতে, পূর্বোক্ত যৌগের কি পরিমাণ প্রয়োজন হয় ?

[H. S. (Comp.) 1962] [Ans: NH_4Cl , 2.1734 গ্রাম NH_4Cl]

30. একটি লবণের শতকরা সংযুতি : Na—27.38; H—1.19; C—14.29, O—57.40। যৌগটির সরলতম সংকেত নির্ণয় কর।

এই লবণের 2.1 গ্রাম লইয়া তীব্র উত্তপ্ত করা হইল; যে কার্বন ডায়ক্সাইড উৎপন্ন হইল 27°C উষ্ণতা ও 760 মি. মি. চাপে উহার আয়তন কত? অবশিষ্ট কঠিন পদার্থের ওজন কত ?

[H. S. 1965]

[Ans: NaHCO_3 ; 0.9077 লিটার; 1.925 গ্রাম]

31. 10 সি. সি. ইথিলিনের সহিত 40 সি. সি. অক্সিজেন মিশ্রিত করিয়া তড়িৎশুল্কিং যোগে বিক্ষোভিত করা হইল। উৎপন্ন গ্যাসগুলির প্রকৃতি ও আয়তন নির্ণয় কর। সকল গ্যাসই N.T.P.'তে আছে।

[Ans: মিশ্র গ্যাস থাকিবে; CO_2 —20 সি. সি. ও অক্সিজেন—40 সি. সি.]

32. 500 সি. সি. CO_2 -কে রক্ততপ্ত কার্বনের উপর চালিত করিয়া অবশেষরূপে 700 সি. সি. গ্যাস পাওয়া গেল। উৎপন্ন গ্যাসের উপাদানগুলির মাত্রা নির্ণয় কর। সকল গ্যাসই N.T.P.'তে আছে।

[Ans: CO —300 সি. সি.; CO_2 —400 সি. সি.]

33. CH_4 ও H_2 -এর একটি মিশ্রের 20 সি. সি.'র সহিত 30 সি. সি. O_2 মিশ্রিত করিয়া বিক্ষোভিত করা হইল। শীতল করার পর গ্যাসমিশ্রের আয়তন 15 সি. সি.। এই গ্যাসমিশ্র KOH যোগ করায় পর অবশিষ্ট আয়তন 5 সি. সি.। সকল আয়তনই N.T.P.'তে গণিত। মিশ্রটিতে প্রতিটি গ্যাস কত আয়তনে ও কত ওজনে ছিল ?

[Ans: CO —আয়তন 10 সি. সি.; ওজন 0.0072 গ্রাম

H_2 —আয়তন 10 সি. সি.; ওজন 0.0009 গ্রাম]

34. 30 সি. সি. CO -এর সহিত অক্সিজেন মিশ্রিত করিয়া দহন করার পর আয়তন হইল 35 সি. সি.। মিশ্রিত অক্সিজেনের পরিমাণ কত ছিল ?

[Ans: 20 সি. সি.]

35. একটি আবদ্ধ পাত্রে কার্বন মনোক্সাইড, মিথেন ও হাইড্রোজেন মিশ্রের 100 সি. সি.'র সহিত 300 সি. সি. অক্সিজেন মিশ্রিত করিয়া তড়িৎশুল্কিংযোগে বিক্ষোভণ ঘটানো হইল। শীতল করার পর গ্যাস-মিশ্রের আয়তন 285 সি. সি. হইল। এই মিশ্রে কঠিন পটাশ যোগে ঝাঁকানোর পর দেখা গেল অবশিষ্ট আয়তন 205 সি. সি.। মিশ্রে গ্যাসগুলির যথাক্রমিক আয়তন কত কত ছিল ?

(Jt. Entr. 1971)

[Ans: CO —50 সি. সি., CH_4 —80 সি. সি., H_2 —20 সি. সি.]

36. (i) কোন জৈব যৌগের বিশ্লেষণের নিম্নরূপ :

C=54.86%, H=9.06%, O=36.98%

যৌগটির বাষ্প ঘনত্ব 44। যৌগটির আণবিক সংকেত নির্ণয় কর। (Jt. Entr. 1973)

[Ans: $C_4H_8O_2$]

(ii) কোন গ্যাসীয় হাইড্রোকার্বনের 12 সি. সি.র সহিত অতিরিক্ত মাত্রায় অক্সিজেন যোগ করিয়া বিস্ফোরণ ঘটানো হইল : বিস্ফোরণের ফলে 30 সি. সি. আয়তনিক সংকোচন ঘটিল। এই মিশ্র KOH দ্রবণ যোগে ঝাঁকানো পুনরায় 24 সি. সি. সংকোচন ঘটিল। গ্যাসটির আণবিক সংকেত কি?

(Jt. Entr. 1974) [Ans: C_2H_6]

37. কোনো গ্যাসীয় হাইড্রোকার্বনের 20 সি. সি.র সহিত 60 সি. সি. অক্সিজেন মিশ্রিত করিয়া বিস্ফোরণ ঘটান হইল। বিস্ফোরণের পর অবশিষ্ট গ্যাসের শীতল অবস্থায় আয়তন 50 সি. সি.। এই মিশ্র KOH দ্রবণ যোগ করিলে—গ্যাসের আয়তন সংকুচিত হইয়া 16 সি. সি. হয়। অবশিষ্ট গ্যাসটি অক্সিজেন। হাইড্রোকার্বনটির আণবিক সংকেত কি? (Jt. Entr. 1976) [Ans: C_2H_4]

38. 20 সি. সি. কোন গ্যাসীয় হাইড্রোকার্বনকে 250 সি. সি. বায়ুর সহিত মিশ্রিত করিয়া বিস্ফোরিত করা হইল। বিস্ফোরণের পরে লব্ধ সংকোচন 40 সি. সি.। KOH যোগে শোষণের ফলে লব্ধ CO_2 -এর আয়তন 20 সি. সি.। হাইড্রোকার্বনটির সংকেত কি? [Ans: CH_4]

39. 20 সি. সি. কোন গ্যাসীয় হাইড্রোকার্বনের সহিত উপযুক্ত পরিমাণে অক্সিজেন মিশ্রিত করিয়া, বিস্ফোরণের পর 70 সি. সি. সংকোচন ঘটিল। হাইড্রোকার্বনটির ঘনত্ব—20। হাইড্রোকার্বনটির সংকেত নির্ণয় কর। [Ans: C_4H_{10}]

40. 10 সি. সি. নাইট্রিক অক্সাইডকে একটি ইউট্রিয়ামিটার নলে একটি লোহার তারের সাহায্যে রাখিয়া তড়িৎস্রোত চালনা করা হইল। অবশিষ্ট গ্যাসের আয়তন হইল 5 সি. সি.। N.T.P.'তে 186.8 সি. সি. নাইট্রিক অক্সাইডের ওজন 0.183 গ্রাম। নাইট্রিক অক্সাইডের আণবিক সংকেত নির্ণয় কর।

[Ans: NO]

41. মিথেন, কার্বন মনোক্সাইড ও নাইট্রোজেনের মিশ্র লওয়া হইল। নিম্নলিখিত পরীক্ষাগুলি হইতে মিশ্রটির উপাদানগুলির যথাক্রমিক আয়তন নির্ণয় কর : (সকল আয়তনগুলি একই উষ্ণতা ও চাপে নিরূপিত) :

মিশ্রের আয়তন—60 সি. সি.

মিশ্রের সহিত যুক্ত অক্সিজেনের আয়তন—42 সি. সি.

বিস্ফোরণের পর শীতল না করিয়া, মিশ্রের আয়তন 96 সি. সি.

“ “ শীতল করিয়া “ “ 66 সি. সি.

কঠিন পটাশ দ্রবণ যোগ করার পর “ “ 39 সি. সি.

[গণনা সংকেত : বিস্ফোরণের পর শীতল না করিয়া যে আয়তন পাওয়া যায় উহাতে উৎপন্ন জল স্তিম রূপে থাকে ও গ্যাস আয়তন হ্রাসরূপে উহার আয়তন অনুসৃত হয়। বিস্ফোরণের পর শীতল করিলে যে সংকোচন পাওয়া যায়, উহাতে স্তিম জলে পরিণত (জলের আয়তন নগণ্য বা শূন্য ধরা যায়) হওয়ার দৃষ্ট সংকোচন ঘটে।

নাইট্রোজেন, এই পরীক্ষাটির যে সর্ব অংশ—এ সর্ব উল্লিখিত অক্সিজেনের বিক্রিয়া হয় না।]

[Ans: CH_4 —15 সি. সি.; CO —12 সি. সি.; N_2 —33 সি. সি.]

42. একটি লবণের শতকরা সংযুতি : Na—27.38, H—1.19, C—14.49, O—57.40। লবণটির সর্বনিম্ন সংকেত নির্ণয় কর। (H. S. 1965) [Ans: $NaHCO_3$]

43. একটি যৌগকে বিশ্লেষণ করিয়া উপাদানগুলির নিম্নরূপ অনুপাত পাওয়া গেল :

S=23.76%, C=52.54%, অবশিষ্টাংশ অক্সিজেন। যৌগটির বাষ্পঘনত্ব 69। যৌগটির আণবিক সংকেত নির্ণয় কর। [Ans: C_6O_8S]

44. কার্বন, হাইড্রোজেন ও অক্সিজেনের সম্বন্ধে উৎপন্ন একটি যৌগে C—52.17% ও H=13.04% আছে। যৌগটির আণবিক ওজন 23। যৌগটির স্থূল সংকেত ও আণবিক সংকেত নির্ণয় কর।

[Jt. Entr. 1974] [Ans: C_2H_6O ; C_2H_6O]

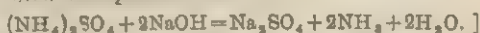
45. একটি বর্ষমান কেলাসিড যৌগের শতকরা সংযুতি : S—24.24%, N—21.21%, H 6.06% এবং অবশিষ্টাংশ অক্সিজেন। যৌগটির স্থূল সংকেত নির্ণয় কর। যৌগটি সালফেট হইলে এবং যৌগটির স্থূল সংকেত ও পাকস্থল সংকেত একই হইলে যৌগটির নাম কর।

যৌগটিকে গাড় NaOH দ্রবণের সঙ্গে উত্তপ্ত করিলে কি বিক্রিয়া ঘটিবে, সমীকরণ যোগে প্রকাশ কর।

[H. S. 1961]

[Ans: স্থূল সংকেত $SN_2H_6O_4$. অথবা সালফেটরূপে সংকেত $(NH_4)_2SO_4$.

দ্বিতীয়ঃ বিক্রিয়ার অ্যামোনিয়া উদ্ধৃত হইবে সমীকরণ :



46. বেরিয়াম ক্লোরাইড কেলাসে ($BaCl_2 \cdot xH_2O$, 14.73% কেলাসিড আছে। কেলাসিডের পূর্ণ সংকেত লিখ। ($Ba=137.4$; $Cl=35.5$) [H. S. 1972] [Ans: $BaCl_2 \cdot 2H_2O$]

47. একটি জৈব যৌগে C, H এবং O আছে; এই যৌগের 0.2013 গ্রাম লব্ধ অতিরিক্ত কিউপ্রিক অক্সাইড যোগে উত্তপ্ত করিলে 0.4431 গ্রাম CO_2 ও 0.1462 গ্রাম জল পাওয়া গেল। যৌগটির বাষ্প ঘনত্ব 50। যৌগটির আণবিক সংকেত কি? [Ans: $C_6H_8O_2$]

48. নিম্ন লিখিত বিশ্লেষণফল (শতকরা মাত্রায়) হইতে পনিজগুলি স্থূল সংকেত নির্ণয় কর—

(i) $MgO-31.75$; $SiO_2-63.49$; $H_2O-4.76$

(ii) $ZnO-67.58$; $SiO_2-24.93$; $H_2O-7.50$

(iii) $CaO-48$; $P_2O_5-41.3$; $CaCl_2-10.7$

[Ans: (i) $3MgO, 4SiO_2, H_2O$ (ii) $2ZnO, SiO_2, H_2O$ (iii) $9CaO, 2P_2O_5, CaCl_2$]

49. দুইটি ধাতব অক্সাইডের মধ্যে যথাক্রমে 20.13 ও 11.19% অক্সিজেন আছে, প্রথম অক্সাইডের সংকেত MO হইলে, দ্বিতীয়টির সংকেত কি? [Ans: M_2O]

50. একটি ধাতু M-এর দুইটি অক্সাইড আছে। উৎপাদের প্রতিটির 1 গ্রাম লব্ধ হাইড্রোজেন পারসেদ মধ্যে ক্রমাগত উত্তপ্ত করিয়া ওজন নিতা করা হইল। দেখা গেল অক্সাইড দুইটি হইতে যথাক্রমে 0.12585 গ্রাম ও 0.2364 গ্রাম জল পাওয়া গেল। পেরের অক্সাইডটির সংকেত যদি MO হয়, প্রথম অক্সাইডটির সংকেত নির্ণয় কর। [Ans: MO_2]

তুল্যাংকতার ও পারমাণবিক ওজন

তুল্যাংকতার—তুল্যাংকতার নির্ণয়ের রাসায়নিক পদ্ধতি—তুল্যাংকতার ও পারমাণবিক ওজন—দ্রব্য ও পোটের স্বরূপ—মিত্রসারলিঙ্গের সমকৃতি স্বরূপ—তুল্যাংকতার ও পারমাণবিক ওজনের রাসায়নিক গণনা (সাধারণ গণনা ও মোল সহযোগে গণনা)।

তুল্যাংকতার (Equivalent Weight)

ব্যবহারিক জীবনে আমরা প্রত্যেকেই বিনিময় পদ্ধতির সহিত পরিচিত। নানাবিধ বস্তুর বিনিময়ের সাধারণ মাধ্যমরূপে বিভিন্ন দেশে পাউণ্ড, কবল, ডলার, টাকা প্রভৃতি ব্যবহৃত হয়। টাকার ভগ্নাংশরূপে আমাদের দেশে যে ক্ষুদ্রতর মুদ্রাগুলি (যেমন—আদুলি, সিকি ইত্যাদি) ব্যবহৃত হয় এগুলির প্রত্যেকটির টাকার আপেক্ষিকে একটি বিনিময় মূল্য আছে। একটি টাকার বিনিময়ে দুইটি আদুলি বা চারটি সিকির অল্পপাত নির্দিষ্ট। অর্থাৎ একটি টাকাকে ক্ষুদ্রতর মুদ্রা দ্বারা প্রতিস্থাপিত করিতে গেলে মূল্য অল্পপাতে দুইটি আদুলি লাগে এবং অল্পপাতভাবে মূল্য অল্পপাতে চারটি সিকি লাগে। আরো ক্ষুদ্রতর মুদ্রাগুলির অল্পরূপ বিনিময় মূল্য আছে। অর্থের সব লেন-দেন মুদ্রাগুলির বিনিময় মূল্যকে ভিত্তি করিয়াই গড়িয়া উঠিয়াছে।

রাসায়নিক বিক্রিয়াকালেও মোলগুলির সংযোজন ও প্রতিস্থাপন মোলগুলির একটি নির্দিষ্ট বিনিময়-ওজনকে ভিত্তি করিয়াই ঘটে।

রাসায়নিক বিক্রিয়াকালে যোগে প্রতিটি মোলই নির্দিষ্ট ওজন অল্পপাতে থাকে। যোগে যে-কোন মোলকে অপর একটি মোল দ্বারা প্রতিস্থাপিত করার সময় লক্ষ্য করা যায়—উহার নির্দিষ্ট ওজন অল্পপাতেই পরস্পরকে সহিত প্রতিস্থাপন করে। এই ঘটনাটি অবশ্য মিথোত্তপাত স্বরের প্রত্যক্ষ অল্পসিদ্ধান্তরূপেই অল্পধাবন করা যায়। যথা, একই নির্দিষ্ট ৪ ভাগ ওজনের অক্সিজেনের সহিত যুক্ত :

হাইড্রোজেনের ওজনের পরিমাণ = 1.008

ম্যাগনেসিয়ামের ওজনের পরিমাণ = 12

সোডিয়ামের ওজনের পরিমাণ = 23

কার্বনের ওজনের পরিমাণ = 3

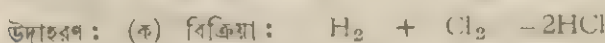
কপারের ওজন পরিমাণ = 31.75

ক্লোরিনের ওজনের পরিমাণ = 35.5

মিথোত্তপাত স্বরূপে, উপরোক্ত যে-কোন দুইটি যোগের মধ্যে সম্মিলন সম্ভব হইলে এবং ঘটিলে উহাদের ওজনের অল্পপাত, অক্সিজেনের সহিত মিলিত পৃথক পৃথক ওজনের অল্পপাতেই ঘটবে, অথবা অক্সিজেনের সহিত মিলিত পৃথক পৃথক ওজনের সরল গুণিতকের

অনুপাতে দিবে। উপরের তালিকায় প্রতিটি মৌল পৃথকভাবে ৪ ওজন অক্সিজেনের সহিত যে ওজন অনুপাতে মিলিত হয় ঐ ওজনকে মৌলটির অন্য মৌলের সহিত ওজন অনুপাতে মিলিত হইবার তুল্যাংক (Combining weight), রাসায়নিক তুল্যাংক (Chemical equivalent) বা তুল্যাংকভার (Equivalent weight) বলা হয়।

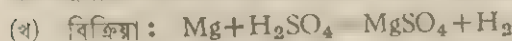
মৌলগুলি যখন পরস্পরের সহিত যুক্ত হয় বা পরস্পরকে প্রতিস্থাপিত করে তখন উহারা ওজনের দিক দিয়া পরস্পরের তুল্যাংকের অনুপাতে বা ঐ অনুপাতের গুণিতকের অনুপাতে তাহা করিয়া থাকে এই নিয়মটিকে তুল্যাংকভার সূত্র বলা যায়।



ওজন অনুপাতে, 2 2×35.5

বা, ওজন অনুপাতে, $H_2 : Cl_2 = 2 : 2 \times 35.5 = 1 : 35.5$

এই অনুপাতটি উপরের তালিকায় যথার্থ H_2 ও Cl_2 -এর তুল্যাংকের অনুপাত।



[এই বিক্রিয়ায় Mg , H_2SO_4 হইতে H_2 -কে প্রতিস্থাপিত করে ।

ওজন অনুপাতে, 24 2

বা, ওজন অনুপাতে, $Mg : H = 24 : 2$ বা $12 : 1$

যোজ্যতার স্থায়, তুল্যাংকভার গণনার জন্য একটি একক প্রয়োজন। পূর্বে 1 ভাগ ওজনের হাইড্রোজেনকে এককরূপে ধরিয়া তুল্যাংক নির্ণীত হইত। বিজ্ঞানী স্ট্রাসের (Stras) প্রস্তাবক্রমে পরে ৪ ভাগ ওজনের অক্সিজেনকে তুল্যাংক নির্ণয়ের এককরূপে গ্রহণ করা হয়। এই পদ্ধতির সুবিধা এই যে বিভিন্ন মৌলের হাইড্রোজেন যোগ উৎপন্ন করার ক্ষমতা সীমিত, কিন্তু প্রায় সকল মৌলই অক্সিজেনের সহিত যোগ উৎপন্ন করে, ফলে ঐ অক্সাইড যৌগগুলির বিশ্লেষণ হইতে মৌল অক্সিজেন ওজনের অনুপাতটি সহজেই নির্ণেয়।

1.008 ওজনের হাইড্রোজেন বা 35.5 ওজনের ক্লোরিন বা ৪ ভাগ ওজনের অক্সিজেনের (বা এই এককে নির্ণীত অপর যে-কোন মৌলের তুল্যাংক ওজনের) সহিত মৌলের যে ওজন যুক্ত বা প্রতিস্থাপিত হয়, উহাকে মৌলের তুল্যাংকভার বলা হয়।

মৌলের তুল্যাংকভার দুইটি ওজনের অনুপাত বলিয়া ইহা একটি সংখ্যা মাত্র।

তুল্যাংকভাবকে গ্রামে প্রকাশ করিলে গ্রাম-তুল্যাংক বলা হয়। যথা,

1 গ্রাম তুল্যাংক হাইড্রোজেন = 1.008 গ্রাম হাইড্রোজেন,

1 গ্রাম তুল্যাংক অক্সিজেন = ৪ গ্রাম অক্সিজেন।

1 গ্রাম তুল্যাংক কপার (দ্বিযোজীরূপে) = 31.75 গ্রাম কপার

1 গ্রাম তুল্যাংক সিলভার 108 গ্রাম সিলভার

□ তুল্যাংকভারের সহিত যোজ্যতা ও পারমাণবিক ওজনের সম্পর্ক :
তুল্যাংকভার মৌলের বৈশিষ্ট্যবাচক হইলেও, ইহা মৌলটির কোন যোগে কিভাবে যুক্ত আছে তাহার উপর নির্ভর করে। যোগভেদে একই মৌলের বিভিন্ন তুল্যাংকভার হইতে পারে। যোগভেদে তুল্যাংকের প্রভেদ একটি সূত্রের সাহায্যে যুক্ত। সূত্রটি :

মৌলের তুল্যাংকভার \times মৌলের যোজ্যতা = মৌলের পারমাণবিক ওজন

এই সূত্রটি নিম্নলিখিতভাবে প্রমাণ করা যায় :

ধরা যাক কোন মৌলের পারমাণবিক ওজন A ; তুল্যাংকভার E ;
যোজ্যতা $= V$

যোজ্যতার সংজ্ঞা হইতে বলা যায় V সংখ্যক হাইড্রোজেন পরমাণু মৌলের একটি পরমাণুর সহিত যুক্ত হয়

$\therefore V \times 1.008$ ওজনের হাইড্রোজেন যুক্ত হয় মৌলের A ভাগ ওজনের সহিত

$\therefore 1.008$ " " " " " $\frac{A}{V}$ " " "

1.008 ভাগ ওজনের হাইড্রোজেনের সহিত মৌলের যে ওজন যুক্ত হয়,
সংজ্ঞানুসারে উহাই মৌলের তুল্যাংকভার

অতএব, $E = \frac{A}{V}$

বা, $E \times V = A$

বা, মৌলের তুল্যাংকভার \times মৌলের যোজ্যতা

= মৌলের পারমাণবিক ওজন

এই সূত্রটি হইতে অনুসিদ্ধান্তরূপে সহজেই বোঝা যায়—

● একযোজী মৌলের ক্ষেত্রে তুল্যাংকভার ও পারমাণবিক ওজন একই।

● যেহেতু যোজ্যতা সর্বদাই পূর্ণসংখ্যা, মৌলের পারমাণবিক ওজন উহার তুল্যাংকভারের সরল গুণিতক।

এই সূত্রটি বিশেষ গুরুত্বপূর্ণ। সহজেই বুঝা যায় যে এই সূত্রে মৌলের তিনটি বৈশিষ্ট্যবাচক সংখ্যার মধ্যে যে কোন দুইটি জানা থাকিলে তৃতীয়টি সহজেই নির্ণেয়। মৌলের তুল্যাংকভার, পরীক্ষা হইতে প্রত্যক্ষ নির্ণয় করা যায়। সুতরাং এই সূত্রের প্রয়োগ, মৌলের যোজ্যতা ও মৌলের পারমাণবিক ওজন নির্ণয়ে বিশেষ উপযোগী। এই সূত্রটির সত্যতা কয়েকটি পরীক্ষালব্ধ ফলাফল যোগে প্রমাণ করা যায় :

মৌল	মৌলযুক্ত যৌগ	যৌগে মৌলের যোজ্যতা	মৌলের তুল্যাংক	যোজ্যতা \times তুল্যাংকভার	প্রকৃত পারমাণবিক ওজন
Cl	HCl	1	35.5	$1 \times 35.5 = 35.5$	35.5
O	H ₂ O	2	8	$2 \times 8 = 16$	16
Mg	MgCl ₂	2	12	$2 \times 12 = 24$	24
Cu	CuCl ₂	2	31.75	$2 \times 31.75 = 63.5$	63.5
Cu	Cu ₂ Cl ₂	1	63.5	$1 \times 63.5 = 63.5$	63.5

□ মূলকের তুল্যাংকভার ও যৌগের তুল্যাংকভার :

মূলকের মধ্যে যে পরমাণুগুচ্ছ থাকে, ঐ পরমাণুগুচ্ছ একত্রেই একটি মৌল পরমাণুর ন্যায় রাসায়নিক বিক্রিয়ায় অংশ গ্রহণ করে। তুল্যাংকভারের ন্যায়, মূলকেরও তুল্যাংকভার গণনা করা যায়।

মূলকের মধ্যে যে পরমাণুগুচ্ছ থাকে, ঐ পরমাণুগুচ্ছ একত্রেই একটি মৌল পরমাণুর ন্যায় বিক্রিয়ায় অংশ গ্রহণ করে। এই সব বিক্রিয়ায়, মূলকগুলিও মৌলের ন্যায় তুল্যাংকভার অনুপাতে সংযুক্ত বা প্রতিস্থাপিত হয়। মৌলের তুল্যাংকভারের ন্যায়, যে ওজনের মূলক 1.008 ভাগ ওজনের হাইড্রোজেনের (বা 8 ভাগ ওজনের অক্সিজেন বা 35.5 ভাগ ওজনের ক্লোরিনের) সহিত যুক্ত বা প্রতিস্থাপিত হয়, উহাই মূলকের তুল্যাংকভার।

উদাহরণ: SO_4 মূলক, হাইড্রোজেনের সহিত যুক্ত হইয়া H_2SO_4 যৌগ করে; এই যৌগে SO_4 (আণবিক ওজন $32 + 4 \times 16 = 96$) অংশ H_2 (আণবিক ওজন 2×1.008)-এর সহিত যুক্ত।

অতএব, 1.008 ওজনের সহিত যুক্ত SO_4 এর ওজন $= \frac{96}{2} = 48$

সম্ভ্রূপভাবে, NH_4 মূলকের (NH_4Cl যৌগের হিসাবে) তুল্যাংকভার = 18

একটি সমগ্র যৌগের তুল্যাংকভারও অনেকক্ষেত্রে রাসায়নিক গণনায় প্রয়োজন হয়। এই ক্ষেত্রে যৌগটিকে, মৌল ও মূলকের সমাহার ধরিলে—যৌগের তুল্যাংকভার, মৌল ও মূলকের তুল্যাংকভারের যোগফল রূপে গণনা করা যায়। যেমন, NaHCO_3 ; ইহা মৌল Na, ও মূলক HCO_3 যৌগে গঠিত। Na-এর তুল্যাংকভার 23 এবং HCO_3 -এর তুল্যাংকভার 61; অতএব NaHCO_3 -এর মোট তুল্যাংকভার $23 + 61 = 84$ ।

মৌলের তুল্যাংকভার	মূলকের তুল্যাংকভার	যৌগের তুল্যাংকভার
Na—23	CO_3 —30	Na_2CO_3 — $23 + 30 = 53$
Na—23	HCO_3 —61	NaHCO_3 — $23 + 61 = 84$
H—1	Cl—35.5	HCl — $1 + 35.5 = 36.5$
H—1	SO_4 —48	H_2SO_4 — $1 + 48 = 49$
Na—23	OH—17	NaOH — $23 + 17 = 40$

অম্ল, ক্ষার ও লবণগুলির তুল্যাংকভারের আরো আলোচনা ‘অম্লমিতি-ক্ষারমিতি’র অধ্যায়ে করা হইয়াছে।

তুল্যাংকভার নির্ণয়ে রাসায়নিক পদ্ধতি

ধাতুর তুল্যাংকভার নির্ণয়ে সাধারণত কয়েকটি পদ্ধতি অবলম্বন করা হয় :

● অধিকাংশ ধাতুই অ্যাসিড বা অম্ল অথবা অ্যালকালি বা ক্ষারের সহিত বিক্রিয়ায় হাইড্রোজেন উৎপন্ন করে। উৎপাদক ধাতুর ওজন ও উৎপন্ন হাইড্রোজেনের ওজন হইতে ধাতুর তুল্যাংকভার নির্ণয় করা যায়।

উদাহরণ : এই পদ্ধতিতে Cu, Ag, Pb প্রভৃতির তুল্যাংক নির্ণয় হয়

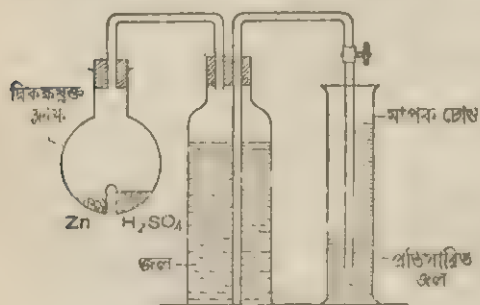
● তুল্যাংক জানা আছে এমন কোন মোলের সহিত ধাতুর যোগকে, যদি জানা তুল্যাংকের অপব মোলের সহিত যোগে কপাস্থিতির করা যায়, তবে উৎপন্নক ও উৎপন্ন যোগের পরিমাণ দুইটি হইতে ধাতুর তুল্যাংকভার নির্ণয় করা যায়।

কয়েকটি ধাতুর তুল্যাংকভার নির্ণয়

১) ম্যাগনেসিয়াম, জিংক, অ্যালুমিনিয়াম প্রভৃতির তুল্যাংকভার নির্ণয় :

নীতি—ভাঙিত রাসায়নিক শ্রেণীতে (নবম অধ্যায়) যে সব ধাতু হাইড্রোজেনের উপরে অবস্থিত উহার লঘু আকর্ষণের সহিত বিক্রিয়া করিয়া, হাইড্রোজেন-প্রতিস্থাপিত করে। প্রতিস্থাপিত হাইড্রোজেনের ওজন ও ধাতুর ওজন হইতে ধাতুর তুল্যাংকভার নির্ণয় করা হয়।

পদ্ধতি 1. পরীক্ষা—চিহ্নিতযায়ী একটি দ্বি-কক্ষযুক্ত ফ্লাস্কে (Whiteley flask) এক অংশে কোন ধাতু* ওজন করিয়া (যথা, Mg, Zn প্রভৃতি) রাখা হইল



চিত্র নং 7.1

ও অপর অংশে কিছু সাম-ফিউরিক অ্যাসিড লওয়া হইল। ফ্লাস্কটি একটি নির্গম-নল দ্বারা একটি জলপূর্ণ বোতলের (aspirator) সহিত যুক্ত করা হইল। বোতলটির সহিত আরেকটি নির্গম নল এমনভাবে লাগানো থাকে যে নলটির একপ্রান্ত বোতলের জলে নিমজ্জিত থাকে ও

অপর প্রান্তটি পাশে একটি মাপক চৌকের (measuring cylinder) সহিত যুক্ত থাকে। (চিত্র নং 7.1)
এখন দ্বি-কক্ষযুক্ত ফ্লাস্কটি ঝাঁকাতলে ধাতু ও অ্যাসিডের বিক্রিয়ায় হাইড্রোজেন উৎপন্ন হইবে। এই হাইড্রোজেন নির্গম-নল যোগে অ্যাসিড দ্রবণ বোতলের জলেব উপর চাপ দিবে ও সম-আয়তন জল প্রতিস্থাপিত করিবে, প্রতিস্থাপিত জল এখন অপর নির্গম-নলটি দিয়া বাহিত হইয়া মাপক চৌকে জমবে। মাপক চৌকে যে জল জমিবে, উহা মাপিলেই উৎপন্ন হাইড্রোজেনের আয়তন পাওয়া যাইবে।

* যে ধাতুগুলি হাইড্রিড রাসায়নিক পদ্ধতিতে হাইড্রোজেনের সহিত যোগে থাকে, সেগুলিই অক্সিজেন সহিত বিক্রিয়ায় হাইড্রোজেন উৎপন্ন করে, সেহ ধাতুগুলির ক্ষেত্রেই মাত্র এই পদ্ধতি প্রযোজ্য।

পরীক্ষাকালে পরীক্ষাগারের উষ্ণতা ও বায়ুচাপ মাপা হইল। উৎপন্ন হাইড্রোজেনের যে আয়তন পাওয়া গেল, উহা পরীক্ষাকালীন উষ্ণতা ও চাপে প্রাপ্ত হাইড্রোজেনের আয়তন। এই আয়তনকে, 'বয়েল ও চার্লসের মিলিত সূত্রের' সাহায্যে 'প্রমাণ উষ্ণতা ও প্রমাণ চাপের আয়তনে' পারিণত করা হইল। এখন গণনার সাহায্যে ধাতুর তুল্যাকতার পাওয়া যাইবে।

গণনা : ধরা যাক হাইড্রোজেনের নিম্নী ৩ আয়তন = ১' সি. মি

পরীক্ষাকালে নির্ণীত বায়ুচাপ = P মি. মি.

$$U_{\text{সংকীর্ণ}} = t^{\circ}C$$

$$= (273 + t)^{\circ} \text{A}$$

গৃহীত ধাতুর ওজন = a গ্রাম

ধরা যাক, প্রাপ্ত V সি. সি. হাইড্রোজেনের N.T.P'তে আয়তন = x সি.সি.

বয়েল ও চার্লিস সূত্র হইতে—

$$\frac{PV}{T} = \frac{P_1V_1}{T_1}$$

$$\frac{PV}{273+t} = \frac{760 \times x}{273}$$

$$\therefore x = \frac{PV \times 273}{(273 + t) \times 760} \text{ मि. मि.}$$

এখন N.T.P' তে 1 সি. সি. হাইড্রোজেনের ওজন = 0.000089

$$x = x \times 0.000089$$

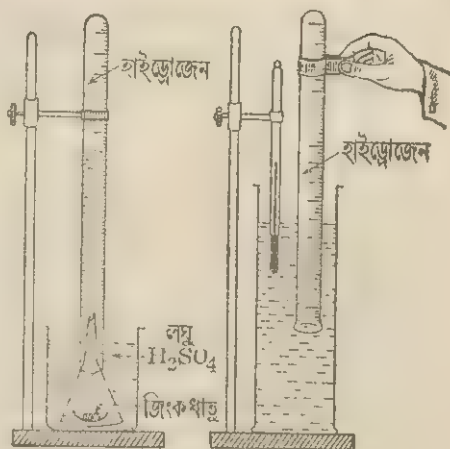
$$\text{ধাতুর ওজন} = \frac{\text{গৃহীত ধাতুর ওজন}}{\text{উৎপন্ন হাইড্রোজেনের ওজন}} = \frac{a}{a \times 0.000089}$$

a ও x এর মান জ্ঞাত ; অতএব ধাতুটির তুল্যাংকভার নির্ণীত হয় ।

পদ্ধতি ২. একটি ওয়াচগ্লাসের উপর কিছু বিশুদ্ধ Zn ওজন করিয়া এ ওয়াচগ্লাসটিকে একটি বীকারে রাখিয়া উহাকে একটি কানেল দ্বারা ঢাকিয়া দেওয়া হইল ও পরে বীকারে এমনভাবে জল যোগ করা হইল যাহাতে কানেলটি সম্পূর্ণরূপে জলতলে নিমজ্জিত থাকে। এখন একটি সম্পূর্ণরূপে জগাপূর্ণ ইউডায়োমিটার বা গ্যাসগ্রাপক নল কানেলের উপর উপুড় করিয়া স্থাপন করা হইল। ইহার পর বীকারে একবিন্দু NH_4CuSO_4 দ্রবণ*, ও কিছু গাঢ় মালকিউরিক অ্যাসিড যোগ করা হইল। অ্যাসিড ও জিকের বিক্রিয়ায় বিমুক্ত হাইড্রোজেন উৎপন্ন হইয়া, ইউডায়োমিটার নলে সংগৃহীত হইল।

* যুক্ত CuSO_4 , Zn এর সহিত বিক্রিয়া করায় ($\text{Zn} + \text{CuSO}_4 = \text{ZnSO}_4 + \text{Cu}$) 'কপার প্রলিপ্ত Zn ' (বা জিংক কপার কাপ্পল) করে; ইহা দ্রুত আনিডের সহিত বিক্রিয়া করে।

ইহার পর ইউডিয়োমিটার নলটিকে, নিম্নাংশ আঙুল দ্বারা চাপিয়া বীকার হইতে তুলিয়া লইয়া, কাগজদ্বারা ধরিয়া একটি জলপূর্ণ সিলিণ্ডারে এমনভাবে উপর-নীচ করা হইল, যাহাতে কোন এক অবস্থানে সিলিণ্ডারের জল তল ও ইউডিয়োমিটারে বর্তমান জলতল সমান হয়। এই অবস্থায় ইউডিয়োমিটারের রেখাঙ্কিত নল হইতে হাইড্রোজেনের অধিকৃত আয়তন নিপিবদ্ধ করা হইল। পরীক্ষাকালীন উষ্ণতা থার্মোমিটার সাহায্যে ও পরীক্ষাকালীন বায়ুচাপ ব্যারোমিটার সাহায্যে পৃথকভাবে পরিমাপ করা হইল (চিত্র নং 7.2)।



চিত্র নং 7.2

গণনা : ধরা যাক হাইড্রোজেনের লক্ষিত আয়তন = V মি. সি.

পরীক্ষাকালে নির্ণীত বায়ু চাপ = P মি. মি.

$$\text{উষ্ণতা} = t^{\circ}\text{C} \\ = (273 + t)^{\circ}\text{A.}$$

পরীক্ষাকালে সিলিণ্ডারের জলতল ও ইউডিয়োমিটার নলের জলতল সমান ছিল।

অতএব, সিলিণ্ডারের জলতলের উপর চাপ = বায়ুচাপ = P মি. মি.

কিন্তু, ইউডিয়োমিটারের " " " - হাইড্রোজেনের জন্য চাপ + জলের উপর সংগৃহীত বলিয়া হাইড্রোজেনের সহিত বর্তমান $t^{\circ}\text{C}$ উষ্ণতায় নির্দিষ্ট জলীয় বাষ্পের চাপ = $P_H + f$.

∴ কেবলমাত্র হাইড্রোজেন দ্বারা প্রযুক্ত চাপ $P_H = P - f$.

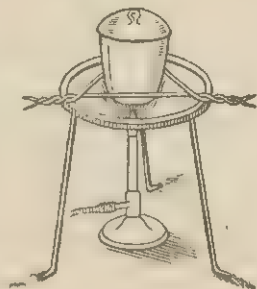
হাইড্রোজেনের লক্ষিত আয়তন, ধরা যাক N.T.P.তে - x মি. সি.

এখন, সম্মিলিত বয়েল ও চার্লস সূত্র অনুসারে

$$\frac{PV}{T} = \frac{P_1V_1}{T_1} \\ \frac{(P-f)V}{(273+t)} = \frac{760 \times x}{273}$$

$$\therefore x \text{ (N. T. P.-তে হাইড্রোজেনের আয়তন)} = \frac{(P-f) \times V \times 273}{(273+t) \times 760}$$

পদ্ধতি : একটি ঢাকনী-সহ পোসিলেন বাটিকে পরিষ্কৃত করিয়া ওজন করা হইল ও পরে ঐ বাটিতে কিছু বিশুদ্ধ কপার লইয়া পুনরায় ওজন করা হইল। এই দুইটি ওজনের পার্থক্য, গৃহীত কপারের ওজন। এখন বাটিটিতে কিছু গাঢ় HNO_3 যোগ করিলে কপার দ্রবীভূত হইয়া নীল কপার নাইট্রেট দ্রবণে পরিণত হয় ও গাঢ় বাদামী বর্ণের NO_2 গ্যাস উদ্ভূত হয় ($\text{Cu} + 4\text{HNO}_3 = \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$)। এই দ্রবণটিকে যত্নতাপে শুষ্ক করিয়া পরে তীব্র উত্তপ্ত করিলে, কপার নাইট্রেট বিয়োজিত হইয়া কালো কপার অক্সাইড উৎপন্ন হয় [$2\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 = 2\text{CuO} + 4\text{NO}_2 + \text{O}_2$]। উত্তাপের শেষে, বাটিটিকে শীতল করিয়া শোষণধারে রাখিয়া পরে পুনরায় ওজন করা হয়। একবার ওজনের পর বাটিটিকে পুনরায় উত্তপ্ত করিয়া শীতল ও পরে আবার ওজন করা হয় এবং যতক্ষণ না ওজন নিত্য হয় ততক্ষণ প্রক্রিয়াটি বারবার করা হয় (চিত্র নং 7.3)।



চিত্র নং 7.3

গণনা : ধরা যাক ঢাকনীসহ বাটির ওজন = a গ্রাম

” ” ” + কপারের ওজন = b গ্রাম

গৃহীত কপারের ওজন = $b - a$ গ্রাম

ঢাকনীসহ বাটির ওজন + উৎপন্ন CuO -এর ওজন = c গ্রাম

অতএব উৎপন্ন CuO -এর ওজন = $c - a$ গ্রাম

CuO -এর মধ্যে সংযুক্ত অক্সিজেনের ওজন = $(c - a) - (b - a)$ গ্রাম
= $c - b$ গ্রাম

$(c - b)$ গ্রাম অক্সিজেন যুক্ত হয় $(b - a)$ গ্রাম কপারের সহিত

অতএব 8 ” ” ” ” ” $\frac{8 \times (b - a)}{(c - b)}$

∴ কপারের তুল্যাকভার = $\frac{8 \times (b - a)}{(c - b)}$

2. দ্বিতীয় পদ্ধতি : নীতি : বিশুদ্ধ কপার অক্সাইডকে উত্তপ্ত করিয়া উহার উপর দিয়া হাইড্রোজেন গ্যাস প্রবাহিত করিলে, উগা বিজারিত হইয়া বিশুদ্ধ কপারে পরিণত হয়। গৃহীত কপার অক্সাইডের ওজনের সহিত উৎপন্ন কপারের ওজনের পার্থক্যই, কপারের সহিত সংযুক্ত অক্সিজেনের ওজন। এই ওজনগুলি হইতে কপারের তুল্যাক গণনা করা যায়।

পদ্ধতি : পৃঃ 173 চিত্র নং 7.4 অনুসারে একটি যন্ত্রসজ্জা লওয়া হইল। যন্ত্রসজ্জার বর্ণনা ঐ পৃষ্ঠার ঐ চিত্রানুযায়ী।

গণনা : শূন্য পোসিলেন বাটির ওজন = a গ্রাম
 পোসিলেন বাটি + CuO-এর ওজন = b গ্রাম

গৃহীত CuO-এর ওজন = $(b - a)$ গ্রাম

দহনের শেষে পোসিলেন বাটি ও উৎপন্ন Cu-এর ওজন = c গ্রাম

অতএব উৎপন্ন Cu-এর ওজন = $(c - a)$ গ্রাম

Cu-এর সহিত সংযুক্ত অক্সিজেনের ওজন = $(b - a) - (c - a)$ গ্রাম
 = $(b - c)$ গ্রাম

$(b - c)$ গ্রাম অক্সিজেন যুক্ত ছিল $(c - a)$ গ্রাম কপারের সহিত

অতএব ৪ গ্রাম " " " $\frac{8 \times (c - a)}{(b - c)}$ " " "

কপারের তুল্যাংকভার = $\frac{8 \times (c - a)}{(b - c)}$

3. তৃতীয় পদ্ধতি : নীতি : তড়িৎ বিশ্লেষণকালে তড়িৎ-বিশ্লেষণ ধাতব লবণ হইতে 96500 কুলম্ব তড়িৎ, 1 গ্রাম-তুল্যাংক ধাতু ক্যাথোড তড়িৎদ্বারে বিমুক্ত করে। এই নীতিটির প্রয়োগ করিয়া, লব্ধ কপার সালফেট দ্রবণকে তড়িৎ বিশ্লেষণ করিয়া—কপারের তুল্যাংকভার নির্ণয় করা যায়। এই পদ্ধতিটিই Cu-এর তুল্যাংকভার নির্ণয়ে সর্বসঠিক নিখুঁত পদ্ধতি।

[বিস্তৃত বিবরণের জন্য—দ্বিতীয় খণ্ড উচ্চ মাধ্যমিক রসায়ন দ্রষ্টব্য।]

□ সিলভারের তুল্যাংকভার নির্ণয় :

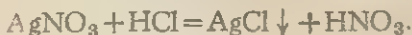
সিলভারও কপারের ন্যায়, তাড়িত রাসায়নিক শ্রেণীতে হাইড্রোজেনের নিম্নে অবস্থিত ধাতু বলিয়া ইহা অ্যাসিড হইতে হাইড্রোজেন মুক্ত করে না। উপরন্তু, সিলভার কপারের ন্যায় তেমন সম্ভোজকভাবে অক্সাইড যোগও করে না। সিলভারের তুল্যাংক নির্ণয়ে, ক্লোরিনের সহিত সংযোজন পদ্ধতি অবলম্বন করাই শ্রেয়।

নীতি : সিলভার নাইট্রিক অ্যাসিড দ্রবণে দ্রবীভূত হইয়া সিলভার নাইট্রেট দ্রবণ করে। এই দ্রবণে লব্ধ HCl বা কোন দ্রাব্য ক্লোরাইড (NaCl, KCl) যোগ করিলে, অদ্রাব্য AgCl-এর অধঃক্ষেপ উৎপন্ন হয়। উৎপন্ন AgCl দ্রবণ হইতে পরিস্রাবণ যোগে পৃথক করিয়া পরে শুষ্ক করিয়া ওজন করিলে উৎপন্ন AgCl-এর ওজন পাওয়া যায়। Ag ও AgCl-এর প্রাপ্ত ওজন হইতে, গণনা যোগে Ag-এর তুল্যাংক নির্ণয় করা যায়।

পদ্ধতি : কিছু বিশুদ্ধ সিলভার ওজন করিয়া একটি বীকারে রাখিয়া বীকারে লব্ধ HNO₃ দ্রবণ যোগ করা হইল এবং দ্রবণটি উত্তপ্ত করা হইল—



উৎপন্ন AgNO₃ দ্রবণটিতে এখন লব্ধ HCl যোগ করিলে, দ্রবণে অদ্রাব্য AgCl অধঃক্ষিপ্ত হয় ;



ইহার পর দ্রবণটি, একটি ওজন করা ফিন্টার কাগজযোগে ফানেল দ্বারা পরিষ্কার করা হইল এবং পৃথকীকৃত AgCl -কে কয়েকবার জল যোগে ধৌত করা হইল। AgCl সহ ফিন্টার কাগজটি, শুষ্কীকরণ কক্ষে 130°C উষ্ণতায় শুষ্ক করিয়া, পরে ওজন করা হইল। এইভাবে প্রাপ্ত ওজন হইতে, ফিন্টার কাগজের ওজন বাদ দিলে—
উৎপন্ন AgCl -এর ওজন পাওয়া যায়।

গণনা : ধরা যাক্ গৃহীত Ag -এর ওজন = a গ্রাম

উৎপন্ন AgCl -এর ওজন = b গ্রাম

অতএব Ag -এর সহিত সংযুক্ত ক্লোরিনের ওজন = $(b - a)$ গ্রাম

$(b - a)$ গ্রাম ক্লোরিন যুক্ত হয় a গ্রাম সিলভারের সহিত

অতএব 35.5 " " " $\frac{35.5 \times a}{(b - a)}$ গ্রাম " "

\therefore সিলভারের তুল্যাংকভার = $\frac{35.5 \times a}{(b - a)}$

□ সোডিয়াম, পটাশিয়াম প্রভৃতির তুল্যাংকতার নির্ণয় :

নীতি : সোডিয়াম, পটাশিয়াম প্রভৃতি অতি তীব্র ক্ষারীয় ধাতু ও অতি সক্রিয় বলিয়া, হাইড্রোজেন প্রতিস্থাপন পদ্ধতি, অক্সাইড পদ্ধতি প্রভৃতির সাহায্যে ইহাদের তুল্যাংক নির্ণয় করা যায় না। এগুলির তুল্যাংক নির্ণয়ে ক্লোরাইড পদ্ধতিই উপযোগী।

বিশুদ্ধ NaCl বা KCl ওজন করিয়া একটি দ্রবণ করা হয়, এই দ্রবণে কিছু লঘু HNO_3 ও পরে AgNO_3 দ্রবণ যোগ করিলে AgCl অধঃক্ষিপ্ত হয়। উৎপন্ন AgCl -কে পরিষ্কার যোগে পৃথক করিয়া উহাকে ধৌত ও শুষ্ক করা হয়। এই AgCl -এর ওজন ও গৃহীত NaCl (বা KCl) এর ওজন হইলে, Na (বা K) এর তুল্যাংক নির্ণয় করা যায়।

পদ্ধতি : বিশুদ্ধ NaCl ওজন করিয়া একটি বীকারে রাখিয়া, উহাতে পানিতে জল যোগ করিয়া একটি লঘু দ্রবণ করা হইল। এই দ্রবণে বিশুদ্ধ সিলভার নাইটেট দ্রবণ বিন্দু বিন্দু যোগ করিয়া আলোড়িত করা হইতে থাকিল যতক্ষণ পর্যন্ত AgCl এর সাদা অধঃক্ষেপ উৎপন্ন হইতে থাকে, ততক্ষণ AgNO_3 দ্রবণ যোগ করা হইল। উৎপন্ন AgCl -এর সম্পূর্ণ অধঃক্ষেপকে সতর্কভাবে, ওজন জানা মাড়ে এমন একটি ফিন্টার কাগজ দ্বারা ফানেলের সাহায্যে পরিষ্কার করা হইল ফানেলের ফিন্টার কাগজের উপর সংগৃহীত AgCl -কে কয়েকবার পানিতে জল দ্বারা ধৌত করা হইল। ইহার পর ফানেল হইতে AgCl -সহ ফিন্টার কাগজ পৃথক করিয়া শুষ্কীকরণ কক্ষে 130°C উষ্ণতায় শুষ্ক করিয়া, পরে ওজন করা হইল।

গণনা : ধরা যাক্ গৃহীত NaCl -এর ওজন = a গ্রাম

উৎপন্ন AgCl -এর ওজন = b গ্রাম

AgCl -এর আণবিক ওজন = $108 + 35.5 = 143.5$

অর্থাৎ প্রতি 143.5 গ্রাম AgCl-এর মধ্যে 35.5 গ্রাম Cl থাকে

অতএব উৎপন্ন a গ্রাম " " " $\frac{a \times 35.5}{143.5}$ Cl থাকে

এই Cl, NaCl হইতে আনিয়াছে; অর্থাৎ x গ্রাম NaCl এর মধ্যে $\frac{a \times 35.5}{143.5}$ গ্রাম Cl ছিল।

সুতরাং NaCl-এর মধ্যে Na-এর পরিমাণ $= x - \frac{a \times 35.5}{143.5}$

অর্থাৎ $\frac{a \times 35.5}{143.5}$ গ্রাম Cl সংযুক্ত থাকে $\left(x - \frac{a \times 35.5}{143.5} \right)$ গ্রাম Na এর সহিত

অতএব 35.5 " " (Cl এর তুল্যাংক) সংযুক্ত থাকে

$$35.5 \times \left(x - \frac{a \times 35.5}{143.5} \right) \times \frac{143.5}{a \times 35.5}$$

বা, $\frac{143.5x - 35.5a}{a}$ গ্রাম Na-এর সহিত

অতএব সোডিয়ামের তুল্যাংক $= \frac{143.5x - 35.5a}{a}$

কোনকটি অধাতুর তুল্যাংকভার নির্ণয়

অধাতুর তুল্যাংকভার নির্ণয়ে ধাতুর তুল্যাংকভার নির্ণয়ের ন্যায় কয়েকটি পদ্ধতি অনুসরণ করা হয়। যথা :

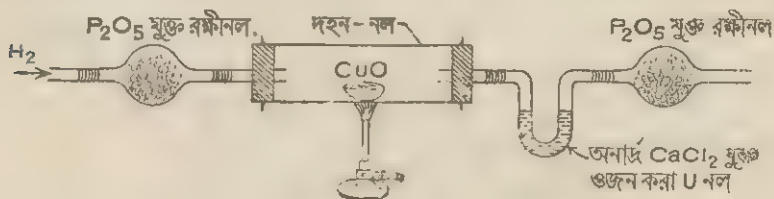
● অধাতু মৌল হাইড্রোজেন যোগে, হাইড্রাইড যোগে পরিণত হয়। উৎপাদক অধাতু মৌলের ওজন ও উৎপন্ন হাইড্রাইড যোগের ওজন হইতে অধাতুর তুল্যাংকভার নির্ণয় করা যায়।

● অধাতু মৌলকে অক্সিজেন যোগে (বা ক্লোরিন যোগে) অক্সাইড যোগে (বা ক্লোরাইড যোগে) পরিণত করা হয়। উৎপন্ন অক্সাইডের বা ক্লোরাইডের ওজন ও উৎপাদক অধাতু মৌলের ওজন হইতে অধাতুর তুল্যাংকভার নির্ণয় করা যায়।

● অধাতুর সহিত কোন একটি মৌলযুক্ত যোগকে যদি বিক্রিয়ায় অধাতুর সহিত অপর একটি মৌলযুক্ত যোগে পরিণত করা যায়, তাহা হইলে উৎপাদক ও উৎপন্ন যোগের পরিমাণ এবং মৌলগুলির তুল্যাংক জ্ঞাত থাকিলে অধাতুর তুল্যাংক নির্ণয় করা যায়।

□ অক্সিজেনের তুল্যাংকভার নির্ণয় : একটি পোর্সিলেন বাটিকে শূন্য ওজন করিয়া পরে আবার কিছু বিশুদ্ধ কিউপ্রিক অক্সাইডসহ ওজন করা হইল। এই পোর্সিলেন বাটিকে, 7'4 ন° চিত্রাঙ্কযায়ী (পৃ: 173) একটি দুই মুখ খোলা দহন-নলের (combustion tube) মধ্যে স্থাপন করা হইল। নলটির একমুখ ফসফোরাস

পেন্টক্সাইড (P_2O_5)-পূর্ণ একটি রক্ষী-নল (guard tube) মাধ্যমে একটি বিসৃদ্ধ হাইড্রোজেন গ্যাস উৎসের সহিত যুক্ত করা হইল। দহন-নলটির অপর মুখ অনার্দ



চিত্র 7'4

ক্যালসিয়াম ক্লোরাইডপূর্ণ একটি ওজন করা U-নল (U-tube) ও উহা আবার একটি ফসফোরাস পেন্টক্সাইড-পূর্ণ রক্ষী-নলের সহিত যুক্ত করা হইল। রক্ষী-নলগুলি থাকার জন্য কোনদিক হইতে ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড ($CaCl_2$) পূর্ণ U-নলে জলীয় বাষ্প প্রবেশ করিতে পারে না।

পরীক্ষার সূচনায়, সাধারণ উষ্ণতায় কিছুক্ষণ হাইড্রোজেন গ্যাস চালনা করিয়া পরে দহন-নলটিকে বার্নার যোগে উত্তপ্ত করিয়া হাইড্রোজেন চালনা চালু রাখা হইল। বিক্রিয়া ঘটে,



বিক্রিয়াটি সম্পূর্ণ হইবার পর, পোসিলেন বাটির কিউপ্রিক অক্সাইড কপার (Cu) ধাতুতে পরিণত হয় ও উৎপন্ন জ্বল (H_2O) হাইড্রোজেন গ্যাস চালিত হইয়া $CaCl_2$ যুক্ত U-নলে শোষিত হয়, ফলে উহার ওজন বাড়ে। পরীক্ষা শেষে শীতল করিয়া পোসিলেন বাটি ও $CaCl_2$ -যুক্ত U-নলের ওজন লওয়া হইল—

শূন্য পোসিলেন বাটির ওজন = a গ্রাম

পোসিলেন বাটি + গৃহীত CuO-এর ওজন = b গ্রাম

\therefore গৃহীত CuO-এর ওজন = $b - a$ গ্রাম

পরীক্ষা শেষে, পোসিলেন বাটি + উৎপন্ন Cu-এর ওজন = c গ্রাম

বা, উৎপন্ন Cu-এর ওজন = $c - a$ গ্রাম

সুতরাং CuO হইতে বিমুক্ত অক্সিজেনের পরিমাণ = $(b - a) - (c - a)$
= $b - c$ গ্রাম।

এই অক্সিজেন, H_2 -এর সহিত বিক্রিয়ায় জলে পরিণত হইয়াছে।

পরীক্ষার পূর্বে $CaCl_2$ যুক্ত U-নলের ওজন = d গ্রাম

পরীক্ষার শেষে $CaCl_2$ -যুক্ত U-নলের ওজন = e গ্রাম

\therefore উৎপন্ন জলের ওজন = $e - d$ গ্রাম

উৎপন্ন জলের ওজন - উৎপাদক অক্সিজেনের ওজন = হাইড্রোজেনের ওজন
 $(e - d) - (b - c) =$ হাইড্রোজেনের ওজন।

$$\therefore \text{অক্সিজেনের তুল্যাংকভার} = \frac{b-c}{(e-d)-(b-c)} \times 1.008$$

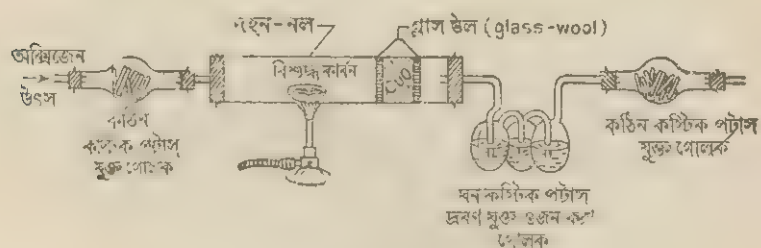
এইভাবে প্রকৃত পরীক্ষায়, অক্সিজেনের নির্ণীত তুল্যাংকভার = ৮।

এখানে H-এর তুল্যাংকভার 1.008 ধরিয়া লইয়া অক্সিজেনের তুল্যাংকভাব নির্ণীত হইয়াছে। বিপরীতক্রমে, অক্সিজেনের তুল্যাংকভারকে 8.000 ধরিয়া লইলে, এই একই পরীক্ষা হইতে হাইড্রোজেনের তুল্যাংকভার নির্ণয় করা যায় : সে ক্ষেত্রে,

$$\text{হাইড্রোজেনের তুল্যাংকভার} = \frac{(e-d)-(b-c)}{b-c} \times 8$$

পরীক্ষাকালে নির্ণয় করিয়া দেখা যায়, এইভাবে নির্ণীত H-এর তুল্যাংকভার = 1.008

□ কার্বনের তুল্যাংকভার নির্ণয় : সতর্কভাবে, ইক্ষুশর্করা (cane sugar) বা সাধারণ চিনিকে উত্তপ্ত করিলে উহা ধীরে ধীরে পুড়িয়া কালো অংগার বা কার্বনে (carbon) পরিণত হয়। ইহা অতি বিশুদ্ধ কার্বন। এই বিশুদ্ধ কার্বন হইতে কার্বনের তুল্যাংকভার নির্ণয় করা যায়।

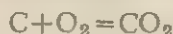


চিত্র নং 7'5

একটি পোসিলেন বাটিকে শূন্য ওজন করিয়া পরে আবার কিছু বিশুদ্ধ কার্বনসহ ওজন করা হইল। এই পোসিলেন বাটিকে 7'5 নং চিত্রাঙ্কযায়ী একটি দুই মুখ খোলা দহন-নলের মধ্যে স্থাপন করা হইল। নলটির এক মুখ কঠিন কষ্টিক পটাস-দণ্ড (solid caustic potash stick) যুক্ত একটি গোলক (রক্ষী-নল) মাধ্যমে বিশুদ্ধ অক্সিজেন গ্যাস উৎসের সহিত যুক্ত করা হইল। দহন-নলটির অপর মুখ ওজন করা ঘন কষ্টিক পটাস দ্রবণযুক্ত কয়েকটি গোলকের সমষ্টির (caustic potash bulbs) সহিত ও উহা আবার একটি কঠিন কষ্টিক পটাস-দণ্ডযুক্ত গোলকের (রক্ষী-নল) সহিত যুক্ত করা হইল। [রক্ষী-নলগুলি কোনদিক হইতে ওজন করা কষ্টিক পটাস দ্রবণযুক্ত গোলকে CO₂ গ্যাস প্রবেশ করিতে দেয় না।]

দহন-নলের মধ্যে পোসিলেন বাটিটি রাখার পর গ্লাসউল (glass wool) বা কাচতন্তুর দ্বারা প্লাগ (plug) করিয়া কিছু কঠিন CuO-ও রাখা হয়।

পরীক্ষার পূর্বে কিছুক্ষণ অক্সিজেন চালনার পর, দহন-নলটি বানার যোগে উত্তপ্ত করা হইল ও অক্সিজেন গ্যাস চালু রাখা হইল। বিক্রিয়া ঘটে :



যদি কোন কার্বন মনোক্সাইড উৎপন্ন হয় $2C + O_2 = CO$ হইলে উৎপন্ন কার্বন মনোক্সাইড উত্তপ্ত CuO স্তরের মধ্য দিয়া বাহ্য হইবার কালে কার্বন ডায়ক্সাইডে পরিণত হয় : $CuO + CO = Cu + CO_2$ অর্থাৎ দহন-নল হইতে নিগত গ্যাস শেষ পর্যন্ত সর্বদাই CO_2 ।

বিক্রিয়াটি সম্পূর্ণ হইবার পর পোসিলেন বাটির C অংশ তিরোহিত হয় এবং উৎপন্ন CO_2 কষ্টিক পটাস দ্রবণপূর্ণ গোলকে শোষিত হইয়া উহার ওজন বাড়ায়। পরীক্ষা শেষে, ঐ গোলকটিকে শীতল করিয়া আবার ওজন করা হয়।

শূন্য পোসিলেন বাটির ওজন = a গ্রাম।

পোসিলেন বাটি + কার্বনের ওজন = b গ্রাম।

গৃহীত কার্বনের ওজন = $(b - a)$ গ্রাম।

পরীক্ষার পূর্বে কষ্টিক পটাস দ্রবণ পূর্ণ গোলকের ওজন = c

পরীক্ষার পরে কষ্টিক পটাস দ্রবণপূর্ণ গোলকের ওজন = d গ্রাম।

উৎপন্ন CO_2 -এর ওজন = $(d - c)$ গ্রাম।

কার্বন ডায়ক্সাইডে যুক্ত অক্সিজেনের পরিমাণ = $(d - c) - (b - a)$

অতএব, $\frac{\text{কার্বনের ওজন}}{\text{অক্সিজেনের ওজন}} = \frac{b - a}{(d - c) - (b - a)}$

সুতরাং কার্বনের তুল্যাংকভার = $\frac{b - a}{(d - c) - (b - a)} \times 8$

প্রকৃত পরীক্ষা করিলে দেখা যায় এইভাবে নির্ণীত কার্বনের তুল্যাংকভার = 3.

□ ক্লোরিনের তুল্যাংকভার নির্ণয় :

নীতি : অনেক ধাতুই অনার্দ্র ক্লোরিনের সহিত উত্তপ্ত অবস্থায় বিক্রিয়া করিয়া ধাতব ক্লোরাইডে পরিণত হয়। ধাতুটির তুল্যাংকভার যদি জানা থাকে, ধাতুর ওজন ও ধাতব ক্লোরাইডের ওজন হইতে, ক্লোরিনের তুল্যাংক নির্ণয় করা যায়।

পদ্ধতি : চিত্র নং 7'4 অনুযায়ী একটি যন্ত্রসজ্জা লওয়া হইল। এই যন্ত্রসজ্জায় দহন নলের মধ্যে একটি পোসিলেন বাটিতে এক টুকরা সোডিয়াম ওজন করিয়া লওয়া হইল। দহন নলটির নীচে বানার যোগে সোডিয়ামকে উত্তপ্ত করিয়া, দহন নলটির একপ্রান্ত হইতে অনার্দ্র ক্লোরিন গ্যাস চালনা করা হইল। বিক্রিয়ায় সোডিয়াম, সোডিয়াম ক্লোরাইডে পরিণত হয়।



বিক্রিয়ার শেষে, পোসিলেন বাটিটিকে বাহির করিয়া শোষণাধারে শীতল করিয়া ওজন করা হইল।

গণনা : শূন্য পোসিলেন বাটির ওজন = a গ্রাম

পোসিলেন বাটি + সোডিয়ামের ওজন = b গ্রাম

গৃহীত সোডিয়ামের ওজন = $(b - a)$ গ্রাম

পোসিলেন বাটি + উৎপন্ন সোডিয়াম ক্লোরাইডের ওজন = c গ্রাম

উৎপন্ন সোডিয়াম ক্লোরাইডের ওজন = $(c - a)$ গ্রাম।

অতএব সোডিয়ামের সহিত যুক্ত ক্লোরিনের ওজন = $c - b$ গ্রাম

সোডিয়ামের জ্ঞাত তুল্যাংকভার = 23

$(b - a)$ গ্রাম সোডিয়াম যুক্ত হয় $(c - b)$ গ্রাম ক্লোরিনের সহিত

$$\therefore 23 \quad " \quad " \quad " \quad " \quad \frac{23 \times (c - b)}{(b - a)} \quad " \quad "$$

অতএব ক্লোরিনের তুল্যাংকভার = $\frac{23 \times (c - b)}{(b - a)}$

প্রকৃত পরীণায় দেখা যায়, এইভাবে নির্ণীত ক্লোরিনের তুল্যাংকভার 35.45.

গাণিতিক উদাহরণ

(1) একটি ধাতব অক্সাইডে 60% ধাতু আছে ; ধাতুটির তুল্যাংকভার কত ?

[নতুন উচ্চ মাধ্যমিক : 1978]

ধাতব অক্সাইডে ধাতুর পরিমাণ—60%

\therefore " " অক্সিজেনের " —40%

40 গ্রাম অক্সিজেন যুক্ত হয় 60 গ্রাম ধাতুর সহিত

$$\therefore 8 \text{ গ্রাম } " \quad " \quad " \quad \frac{8 \times 60}{40} \text{ বা } 12 \text{ গ্রাম ধাতুর সহিত}$$

অতএব সংজ্ঞানুসারে ধাতুটির তুল্যাংকভার = 12

(2) 1.308 গ্রাম ধাতু হইতে 1.628 গ্রাম ধাতব অক্সাইড পাওয়া গেল। ধাতুটির তুল্যাংকভার কি ?

ধাতব অক্সাইডে যুক্ত অক্সিজেনের পরিমাণ $(1.628 - 1.308)$ বা 0.32 গ্রাম।

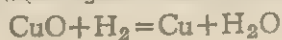
অর্থাৎ 0.32 গ্রাম অক্সিজেন 1.308 গ্রাম ধাতুর সহিত যুক্ত থাকে।

$$\therefore 8 \text{ গ্রাম অক্সিজেন } \frac{1.308 \times 8}{0.32} \text{ বা } 32.7 \text{ গ্রাম ধাতুর সহিত যুক্ত থাকে।}$$

সুতরাং ধাতুটির তুল্যাংকভার = 32.7।

(3) 0.3975 গ্রাম কিউপ্রিক অক্সাইডকে বিশুদ্ধ ও শুদ্ধ হাইড্রোজেন প্রবাহে উত্তপ্ত করিয়া বিজারিত করা হইল এবং উৎপন্ন গ্যাসীয় বিক্রিয়ালব্ধ পদার্থকে একটি পূর্বে ওজন করা গলিত CaCl_2 পূর্ণ নলের মধ্যে চালনা করিয়া দেখা গেল, নলটির ওজন 0.09 গ্রাম বৃদ্ধি পাইয়াছে। কপারের তুল্যাংকভার নির্ণয় কর। [H.S. 1964]

কিউপ্রিক অক্সাইডের সহিত H_2 -এর বিক্রিয়ায় ধাতব কপার ও জল উৎপন্ন হয়।



উৎপন্ন গ্যাসীয় স্লিম গলিত CaCl_2 দ্বারা শোষিত হয়। CaCl_2 নলের ওজন বৃদ্ধি = শোষিত স্লিমের (বা জলের) পরিমাণ

জলের পরিমাণ = 0.09 গ্রাম

প্রতি 18 গ্রাম জলে, অক্সিজেন থাকে 16 গ্রাম

অতএব উৎপন্ন 0.09 " " " " $\frac{16 \times 0.09}{18}$ বা, 0.08 গ্রাম

কিউপ্রিক অক্সাইডের ওজন = 0.3975 গ্রাম

অক্সাইডে অক্সিজেনের ওজন = 0.0800 গ্রাম

অতএব কপারের ওজন = 0.3175 গ্রাম

0.08 গ্রাম অক্সিজেন সংযুক্ত ছিল 0.3175 গ্রাম কপারের সহিত

\therefore 8 " " " " $\frac{8 \times 0.3175}{0.08}$ বা 31.75 গ্রাম কপারের সহিত

\therefore কপারের তুল্যাকতার = 31.75

(4) কোন পরীক্ষায় দেখা গেল 0.224 গ্রাম Al ধাতু ৮ ঘু সালফিউরিক অ্যাসিডের সহিত বিক্রিয়ায় 17°C উষ্ণতা ও 780 মি.মি. চাপে 285 সি.সি. হাইড্রোজেন বিমুক্ত করে। ধাতুটির তুল্যাকতার কি ?

প্রমাণ উষ্ণতা ও চাপে বিমুক্ত হা হ্রোজেনের আয়তন

$$= \left(285 \times \frac{273}{290} \times \frac{780}{760} \right) \text{ সি.সি.} = 275.6 \text{ সি.সি.}$$

প্রমাণ উষ্ণতা ও চাপে 1 সি. সি. হাইড্রোজেনের ওজন = 0.00009 গ্রাম

\therefore প্রমাণ উষ্ণতা ও চাপে 275.6 সি.সি. হাইড্রোজেনের ওজন = 275.6×0.00009 বা, 0.0248 গ্রাম।

অর্থাৎ 0.0248 গ্রাম হাইড্রোজেনকে প্রতিস্থাপিত করে 0.224 গ্রাম ধাতু।

\therefore 1.008 গ্রাম হাইড্রোজেনকে প্রতিস্থাপিত করে $\frac{0.224 \times 1.008}{0.0248}$

= 9.10 গ্রাম ধাতু।

হতরাং ধাতুটির তুল্যাকতার = 9.10

(5) 0.04 গ্রাম কোনো ধাতুকে লঘু সালফিউরিক অ্যাসিড দ্রবণে দ্রবীভূত করিয়া যে হাইড্রোজেন পাওয়া গেল 15°C উষ্ণতা ও 750 মি.মি চাপে উক্ত পরিমাণ 40 মি. লি. ধাতুটির তুল্যাক নির্ণয় কর। (15°C উষ্ণতায় জলীয় বাষ্পের চাপ = 12.5 মি.মি., 0°C উষ্ণতা ও 760 মি.মি. চাপে 1 মি.লি. হাইড্রোজেনের ওজন = 0.00009 গ্রাম) [H. S. (Comp.) 1960]

হাইড্রোজেনের আয়তন (17) = 40 মি. লি.

" প্রকৃত চাপ (P) = (750 - 12.5) বা 737.5 মি. মি.

" উষ্ণতা = $273 + 15 = 288^\circ \text{A.}$

সংযুক্ত গ্যাস স্থল হইতে,

$$\frac{PV}{T} = \frac{P_1 V_1}{T_1}$$

$$\frac{737.5 \times 40}{288} = \frac{760 \times V_1}{273}$$

$$\therefore \text{N.T.P.'তে হাইড্রোজেনের আয়তন } (V_1) = \frac{737.5 \times 40 \times 273}{288 \times 760} \text{ মি. লি.}$$

$$\text{এবং উৎপন্ন হাইড্রোজেনের ওজন} = \frac{737.5 \times 40 \times 273}{288 \times 760} \times 0.00009 \text{ গ্রাম}$$

$$\begin{aligned} \therefore \text{ধাতুটির তুল্যাংকভার} &= \frac{\text{ধাতুর ওজন}}{\text{হাইড্রোজেনের ওজন}} \\ &= \frac{0.04 \times 760 \times 288}{737.5 \times 40 \times 273 \times 0.00009} = 12.08. \end{aligned}$$

(6) কোনো ধাতুর 0.601 গ্রাম, লবু HCl এতে দ্রবীভূত করিয়া 27°C উষ্ণতা ও 786.74 মি. মি. চাপে 61.55 মি. লি. হাইড্রোজেন পাওয়া গেল। ধাতুটির তুল্যাংকভার নির্ণয় কর। 27°C উষ্ণতায় জলীয় বাষ্পের চাপ = 26.74 মি. মি.।

ধাতুটির ক্লোরাইডের সংকেত যদি MCl_2 হয় (M =ধাতু), ধাতুটির পারমাণবিক ওজন কত? [H.S. (Comp.) 1970]

N.T.P' তে হাইড্রোজেনের আয়তন x মি. লি. ধরিলে

$$\begin{aligned} P_1 &= 786.74 - 26.74 & P_2 &= 760 \text{ মি. মি.} \\ &= 760 \text{ মি. মি.} \end{aligned}$$

$$V_1 = 61.55 \text{ মি. লি.} \quad V_2 = x \text{ মি. লি.}$$

$$T_1 = 273 + 27 \quad T_2 = 273^\circ \text{A.}$$

$$= 300^\circ \text{A.}$$

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$

$$\frac{760 \times 61.55}{300} = \frac{760 \times x}{273}$$

$$\therefore \text{N.T.P'তে হাইড্রোজেনের আয়তন} = \frac{760 \times 61.55 \times 273}{300 \times 760}$$

$$\text{উৎপন্ন " ওজন} = \frac{760 \times 61.55 \times 273}{300 \times 760} \times 0.00009$$

$$\begin{aligned} \text{অতএব ধাতুটির তুল্যাংকভার} &= \frac{\text{ধাতুর ওজন}}{\text{গৃহীত হাইড্রোজেনের ওজন}} \\ &= \frac{0.601 \times 300 \times 760}{760 \times 61.55 \times 273 \times 0.00009} = 12.1 \end{aligned}$$

ধাতুটির ক্লোরাইডের সংকেত = MCl_2

∴ ধাতুটির যোজ্যতা = 2

সুতরাং, ধাতুটির পারমাণবিক ওজন = তুল্যাকভার \times যোজ্যতা
 $= 12.1 \times 2 = 24.2$

(7) 1.0813 গ্রাম আয়রন হইতে 3.1439 গ্রাম ফেরিক ক্লোরাইড যৌগ পাওয়া যায়। ঐ যৌগে আয়রনের তুল্যাকভার কি? [H.S. (Comp.) 1960]

ফেরিক ক্লোরাইডের ওজন = 3.1439 গ্রাম

আয়রনের ওজন = 1.0813 গ্রাম

∴ সংযুক্ত ক্লোরিনের ওজন = 2.0626 গ্রাম

2.0626 গ্রাম ক্লোরিনের সহিত যুক্ত হয় 1.0813 গ্রাম আয়রন

∴ 35.46 " " " " " $\frac{1.0813 \times 35.46}{2.0626}$

বা, 18.58 গ্রাম আয়রন

অতএব, ফেরিক ক্লোরাইড যৌগে আয়রনের তুল্যাকভার = 18.58.

(8) 0.639 গ্রাম সিলভার ধাতুকে নাইট্রিক অ্যাসিডে দ্রবীভূত করিয়া উহাতে HCl যোগে সিলভার ক্লোরাইড অধঃক্ষেপ পাওয়া গেল। উৎপন্ন সিলভার ক্লোরাইডের অধঃক্ষেপকে ছাঁকিয়া পৃথক করিয়া জলে ধৌত ও পরে শুক করিয়া দেখা গেল উহার ওজন 0.8493 গ্রাম। সিলভারের তুল্যাকভার কি?

সিলভার ক্লোরাইডে যুক্ত ক্লোরিনের পরিমাণ = (0.8493 - 0.6390)

বা 0.2103 গ্রাম।

অর্থাৎ 0.2103 গ্রাম ক্লোরিন 0.639 গ্রাম সিলভারের সহিত যুক্ত থাকে।

∴ 35.50 গ্রাম ক্লোরিন $\frac{0.639 \times 35.50}{0.2103}$ গ্রাম বা 107.8 গ্রাম সিলভারের

সহিত যুক্ত থাকে।

অর্থাৎ সিলভারের তুল্যাকভার = 107.8.

(9) 2.130 গ্রাম পটাশিয়াম ক্লোরাইডের সহিত সিলভার নাইট্রেট দ্রবণের বিক্রিয়া করান হইল। উৎপন্ন সিলভার ক্লোরাইডকে শুক করিয়া, ওজন করিয়া দেখা গেল ওজন 4.096 গ্রাম। পটাশিয়ামের তুল্যাকভার কত?

[$Ag = 107.88$; $Cl = 35.46$]

প্রথম পদ্ধতি : $AgCl$ এর পারমাণবিক ওজন = $107.88 + 35.46 = 143.34$

প্রতি 143.34 গ্রাম $AgCl$ এর মধ্যে 35.46 গ্রাম Cl থাকে

∴ 4.096 " " " " $\frac{35.46 \times 4.096}{143.34}$

বা, 1.013 গ্রাম Cl থাকে

এই Cl, KCl হইতে আসিয়াছে

KCl এর ওজন = 2.130 গ্রাম

Cl এর ওজন = 1.013 গ্রাম

∴ সংযুক্ত পটাশিয়ামের ওজন = 1.117 গ্রাম

1.013 গ্রাম Cl যুক্ত থাকে 1.117 গ্রাম পটাশিয়ামের সহিত

∴ 35.46 গ্রাম ,, ,, ,, $\frac{1.117 \times 35.46}{1.013}$

বা, 39.1 গ্রাম ,, ,,

অতএব পটাশিয়ামের তুল্যাংকভার = 39.1

দ্বিতীয় পদ্ধতি: ধরা যাক পটাশিয়ামের তুল্যাংকভার = x

$$\frac{\text{পটাশিয়াম ক্লোরাইডের ওজন}}{\text{সিলভার ক্লোরাইডের ওজন}} = \frac{x + 35.46}{107.88 + 35.46}$$

$$\text{বা, } \frac{2.130 \text{ গ্রাম}}{4.096 \text{ গ্রাম}} = \frac{x + 35.46}{107.88 + 35.46}$$

$$\therefore x = 39.1$$

অতএব পটাশিয়ামের তুল্যাংকভার = 39.1.

(10) 0.25 অ্যাম্পিয়ার (ampere) তড়িৎপ্রবাহ 1 ঘণ্টা ধরিয়া কোন কপার সালফেট দ্রবণের মধ্যে চালনা করিয়া দেখা গেল, 0.295 গ্রাম কপার উৎপন্ন হইয়াছে। কপারের তুল্যাংকভার নির্ণয় কর।

পদার্থ বিজ্ঞানের সূত্রানুসারে,

$$\begin{array}{ccccc} Q & = & C & \times & t \\ \text{তড়িৎের পরিমাণ} & & \text{তড়িৎপ্রবাহের পরিমাণ} & & \text{সময়} \\ \text{কুলম্ব (coulomb)} & & \text{অ-ম্পিয়ার (ampere)} & & \text{সেকেন্ড (second)} \end{array}$$

এখানে তড়িৎের পরিমাণ = $0.25 \times 60 \times 60 = 900$ কুলম্ব।

900 কুলম্ব তড়িৎ, 0.295 গ্রাম কপার উৎপন্ন করে।

∴ 96500 কুলম্ব তড়িৎ $\frac{0.295}{900} \times 96500$ গ্রাম বা 31.63 গ্রাম কপার উৎপন্ন

করে।

96500 কুলম্ব দ্বারা উৎপন্ন ধাতুৰ পরিমাণই, উচ্য তুল্যাংকভার।

∴ কপারের তুল্যাংকভার = 31.63.

(11) কোন মোলের 0.1827 গ্রাম ক্লোরাইডকে অক্সাইডে সম্পূর্ণভাবে রূপান্তরিত করিলে, উৎপন্ন অক্সাইডের ওজন পাওয়া যায় 0.1057 গ্রাম। মোলটির তুল্যাংকভার কত? [Cl = 35.5]

মৌলটির তুল্যাংকভার ধরা যাক x .

অক্সিজেনের ত্বাংকতার = 8

কোরিনের তুল্যাকভার = 35.5

তুল্যাকভারের সংজ্ঞা হইতে $x+355$ গ্রাম ক্লোরাইড হইতে $x+8$ গ্রাম অক্সাইড পাওয়া যায়।

$$\therefore \frac{x+8}{x+35.5} = \frac{0.1057}{0.1827}$$

वा, $x = 29.74$

সুতরাং মোলটির তুল্যকভার = 29.74.

(12) একটি ধাতুর তুল্যাক্ষর 12.16 এই ধাতুর কত পরিমাণ হইতে 0.2391 গ্রাম ধাতব ক্লোরাইড পাওয়া যাইবে ?

(12:16+35:46) বা 47:62 গ্রাম (ক্রাইড পাওয়া যায় 12:16 গ্রাম নাও হইতে

$$\therefore 0.2391 \text{ গ্রাম} \quad \quad \quad \frac{0.2391 \times 12.16}{47.62}$$

বা, 0.0608 গ্রাম ধাতু হইতে

∴ $\text{ধাতুর পরিমাণ} = 0.0608 \text{ গ্রাম।}$

(13) 0.490 গ্রাম ওজনের একটি ধাতু (M_1) অপর একটি ধাতুর লবণ (M_2) হৈতে উহাকে 0.664 গ্রাম পরিমাণে বিমুক্ত করে। দ্বিতীয় ধাতুটির (M_2) তুল্যাক-
তার 28 হইলে প্রথমটির তুল্যাকভার কত?



0.490 গ্রাম 0.664 গ্রাম

ধরা যাক, প্রথম ধাতুটির তুল্যাকার -

তুল্যাকতার সহজাসমারে, $\frac{0.490}{0.664} = \frac{x}{28}$ বা $x = 20.67$

∴ প্রথম ধাতুটির তুল্যাংকভার = 20.67.

(14) 1020 গ্রাম বেরিয়াম অক্সাইডে ৪৪ভে HCl যোগে 1367 গ্রাম বেরিয়াম ক্লোরাইড উৎপন্ন হয়। অক্সিজেনের তুল্যাকভার 8 গুণক্রাভিনের তুল্যাকভার 35.45।
হটলে, বেরিয়ামের তুল্যাকভার নির্ণয় কর।

ধরা যাক, নির্ণেয় তুল্যাংকভার = x .

অতএব তুল্যাকন্ডার স্ফাটনশীল (২+৪) গ্রাম বেরিয়াম অক্সাইড - $x+35.456$ গ্রাম বেরিয়াম ক্লোরাইড উৎপন্ন করে। প্রদত্ত সমস্যা অনুসারে এত বেরিয়াম অক্সাইড ও বেরিয়াম ক্লোরাইডের আনুপাতিক ওজন দেওয়া আছে।

$$\therefore \frac{x+8}{x+3} = \frac{1.020}{1.387} \text{ वा } x = 68.3$$

স্থতরাং বেরিয়ামের তুল্যাংকভার = 68.3.

(15) (a) M সংকেত যুক্ত কোনো ধাতুর 0.2433 গ্রাম ক্লোরাইডের জলীয় দ্রবণকে HNO_3 যোগে অক্সীকৃত করিয়া অতিরিক্ত সিলভার নাইট্রেটের সহিত বিক্রিয়ায় 0.6450 সিলভার-ক্লোরাইড পাওয়া গেল। ধাতুটির তুল্যাংকভার গণনা কর [Cl এর তুল্যাংকভার = 35.457; Ag এর যোজ্যতা = 1; Ag এর তুল্যাংকভার = 107.88]

(b) 0.2334 গ্রাম ই একই M ধাতু কপার সালফেট দ্রবণে যোগ করিলে, উহা সম্পূর্ণরূপে দ্রবীভূত হইয়া 0.2543 গ্রাম Cu অধঃক্ষিপ্ত করে। M ধাতুটির তুল্যাংকভার গণনা কর। [Cu এর পা : ও :- 63.57]

উপরোক্ত দুইটি ক্ষেত্রে (a) এবং (b) হইতে গণিত M-এর তুল্যাংকভার বিভিন্ন কেন ব্যাখ্যা কর, এবং M ধাতুটির পারমাণবিক ওজন কি বল, ও সম্ভব হইলে ধাতুটির নাম বল। [H. S. 1967]

(a) ধরা যাক M ধাতুটির তুল্যাংক x .

$$\frac{\text{ধাতব ক্লোরাইডের ওজন}}{\text{সিলভার ক্লোরাইডের ওজন}} = \frac{x + 35.457}{107.88 + 35.457} = \frac{x + 35.457}{143.337}$$

$$\text{বা, } \frac{0.2433}{0.6450} = \frac{x + 35.457}{143.337}$$

$$\therefore x = 18.611$$

প্রথম ক্ষেত্রে ধাতুটির নির্ণীত তুল্যাংকভার = 18.611

$$(b) \text{ Cu-এর তুল্যাংকভার} = \frac{\text{পা : ও :}}{\text{যোজ্যতা}} = \frac{63.57}{2} = 31.785$$

$$\frac{\text{প্রতিস্থাপিত ধাতুর ওজন}}{\text{প্রতিস্থাপক কপারের ওজন}} = \frac{\text{ধাতুর তুল্যাংকভার}}{\text{কপারের তুল্যাংকভার}}$$

$$\therefore \frac{0.2234}{0.2543} = \frac{x}{31.785}$$

$$\text{অতএব, } x = 27.922$$

দ্বিতীয় ক্ষেত্রে ধাতুটির তুল্যাংকভার = 27.922

(a) ও (b) দুইটি ক্ষেত্রে একই ধাতু বিভিন্ন তুল্যাংকভার প্রদর্শন করিতেছে। ইহার কারণ দুইটি ক্ষেত্রে মোলটির যোজ্যতা বিভিন্ন (∵ তুল্যাংকভার \times যোজ্যতা = পারমাণবিক ওজন)।

$$(a)\text{-এর ক্ষেত্রে সম্ভাব্য পারমাণবিক ওজন} = n_1 \times 18.611$$

$$(n_1 = \text{যোজ্যতা} = 1, 2, 3 \text{ ইত্যাদি})$$

$$(b)\text{-এর ক্ষেত্রে } n_2 \times 27.922$$

$$(n_2 = \text{যোজ্যতা} = 1, 2, 3 \text{ ইত্যাদি})$$

যেহেতু, পারমাণবিক ওজন অপরিবর্তনীয়, অতএব, $n_1 = 2$, এবং $n_2 = 3$ হইলে—

$$n_1 \times 3 \text{ অর্থাৎ } 18.611 \times 3 = 55.844$$

$$\text{এবং } n_2 \times 2, \text{ অর্থাৎ } 27.922 \times 2 = 55.844$$

তবেই গুণফল (অর্থাৎ পা : ও :) একই হয়,

অতএব ধাতুটির (M) পারমাণবিক ওজন 55.844। Fe-এর পা : ও : 55.844।

সুতরাং ধাতুটি Fe

(16) একটি দ্বিযোজী ধাতুর 0.1755 গ্রাম ও একটি ত্রিযোজী ধাতুর 0.1316 গ্রাম লঘু HCl-এর সহিত বিক্রিয়ায়, 27°C উষ্ণতা ও 720 মি. মি. চাপে একই পরিমাণ হাইড্রোজেন অর্থাৎ 190 মি.লি. হাইড্রোজেন উৎপন্ন করে। ধাতুটির তুল্যাংকভার ও পারমাণবিক ওজন নির্ণয় কর। [C. U. I. Sc 1952]

ধরা যাক, উৎপন্ন হাইড্রোজেনের N.T.P.'তে আয়তন x মি. লি.

$$P_1 = 720 \text{ মি. মি.} \quad P_2 = 760 \text{ মি. মি.}$$

$$V_1 = 190 \text{ মি. লি.} \quad V_2 = x \text{ মি. লি.}$$

$$T_1 = (273 + 27)^\circ \text{A} \quad T_2 = 273^\circ \text{A}$$

$$\therefore \frac{720 \times 190}{300} = \frac{760 \times x}{273}$$

$$x = \frac{720 \times 190 \times 273}{300 \times 760} \text{ মি. লি.} = 163.8 \text{ মি. লি.}$$

\therefore N.T.P.'তে উৎপন্ন হাইড্রোজেনের ওজন

$$= 163.8 \times 0.00009 \text{ [} \because 1 \text{ মি. লি. H}_2 \text{ (N.T.P.)}$$

$$= 0.00009 \text{ গ্রাম]}$$

$$= 0.0147 \text{ গ্রাম}$$

$$\begin{aligned} \therefore \text{ধাতুটির (দ্বিযোজী) তুল্যাংকভার} &= \frac{\text{ধাতুর ওজন}}{\text{হাইড্রোজেনের ওজন}} \times 1.008 \\ &= \frac{0.1755}{0.0147} \times 1.008 = 12 \end{aligned}$$

$$\therefore \text{ধাতুটির (দ্বিযোজী) পারমাণবিক ওজন} = 12 \times 2 = 24$$

$$\begin{aligned} \text{আবার, ধাতুটির (ত্রিযোজী) তুল্যাংকভার} &= \frac{\text{ধাতুর ওজন}}{\text{হাইড্রোজেনের ওজন}} \times 0.00009 \\ &= \frac{0.1316}{0.0147} \times 1.008 = 9 \end{aligned}$$

$$\therefore \text{ধাতুটির (ত্রিযোজী) পারমাণবিক ওজন} = 9 \times 3 = 27$$

তুল্যাংকভার ও পারমাণবিক ওজন

(Equivalent weight and Atomic weight)

পূর্বে বর্ণনা ও প্রমাণ করা হইয়াছে যে, যে-কোন মোলের তুল্যাংকভার, যোজ্যতা ও পারমাণবিক ওজনের মধ্যে একটি স্থির সম্পর্ক বিद्यমান—

$$\text{তুল্যাংকভার} \times \text{যোজ্যতা} = \text{পারমাণবিক ওজন} *$$

তুল্যাংকভার, ধাতু ও অধাতুর ক্ষেত্রে নানা পরীক্ষায় প্রত্যক্ষ নির্ধারণ করা যায়। মোলের সঠিক পারমাণবিক ওজন—মোলের যোজ্যতা 1 হইলে উহার তুল্যাংকভারের সমান, মোলের যোজ্যতা 2 হইলে উহার তুল্যাংকভারের দ্বিগুণ ইত্যাদি হইবে। কাজেই সঠিক পারমাণবিক ওজন জানিতে হইলে, তুল্যাংকভারের সহিত মোলের যোজ্যতা নির্ধারণ প্রয়োজন। কিন্তু মোলের যোজ্যতা নির্ণয়ের কোন সহজ ও প্রত্যক্ষ পদ্ধতি নাই। মোলের আন্তর্যমিতিক পারমাণবিক ওজনকে নির্ণীত তুল্যাংকভার দ্বারা ভাগ করিয়া যোজ্যতা নির্ণয় করা হয়। অর্থাৎ পারমাণবিক ওজন নির্ণয়ের সমস্যাটির সমাধান—

- প্রথমত, মোলের আন্তর্যমিতিক পারমাণবিক ওজন (approx. at wt.) নির্ণয়।
- দ্বিতীয়ত, আন্তর্যমিতিক পারমাণবিক ওজনকে, নির্ণীত তুল্যাংক দ্বারা ভাগ ও যোজ্যতা নির্ণয়।

$$\text{যোজ্যতা} = \frac{\text{পারমাণবিক ওজন}}{\text{তুল্যাংকভার}}$$

* [এইভাবে নির্ণীত যোজ্যতাকে, সর্বদাই নিকটতম পূর্ণসংখ্যারূপে ধরিতে হইবে, কারণ যোজ্যতা ভগ্নাংশ হয় না।]

- তৃতীয়ত, নির্ণীত যোজ্যতা ও তুল্যাংকের গুণফলরূপে সঠিক পারমাণবিক ওজন নির্ণয়—

$$\text{তুল্যাংকভার} \times \text{যোজ্যতা} = \text{সঠিক পারমাণবিক ওজন}$$

আন্তর্যমিতিক পারমাণবিক ওজন নির্ণয়ে, দুইটি গুরুত্বপূর্ণ নিয়ম বা সূত্র বিশেষ উপযোগী এবং সঠিক পারমাণবিক ওজন নির্ণয়ে ইহাদের সাহায্য সাধারণত প্রায় অপরিহার্য। নিয়ম দুইটি :—

- ডুলং ও পেটিটের সূত্র (Dulong and Petit's Law)
- মিতসারলিসের সমাকৃতি সূত্র (Mitscherlich's Law of Isomorphism)

* যে মৌলগুলির যোজ্যতা 1 উপরোক্ত সূত্রানুসারে তাহাদের তুল্যাংকভার = পারমাণবিক ওজন।

ডুলং ও পেটিটের সূত্র : যে সকল মৌল—কঠিন পদার্থ, উহাদের আপেক্ষিক তাপের পরীক্ষা করিয়া ডুলং ও পেটিট একটি সিদ্ধান্তে উপনীত হন। কঠিন মৌলের ক্ষেত্রে উহাদের পারমাণবিক ওজন ও আপেক্ষিক তাপের (specific heat) গুণফল সর্বদাই 6.4 বা ইহার কাছাকাছি সংখ্যা,—এই সিদ্ধান্তটিই ডুলং ও পেটিটের সূত্র।

পারমাণবিক ওজন \times আপেক্ষিক তাপ = 6.4 (প্রায়)*

কঠিন মৌলগুলির ক্ষেত্রে উহাদের আপেক্ষিক তাপ পরীক্ষাযোগে নির্ণয় করিয়া ডুলং-পেটিট সূত্রের প্রয়োগ করিলে উহাদের আনুমানিক পারমাণবিক ওজন পাওয়া যায়। সব কঠিন মৌলের ক্ষেত্রে এই সূত্রটি প্রযোজ্য নয়। কার্বন, সিলিকন, বোরন এবং বেরিলিয়াম ইহারা ডুলং-পেটিট সূত্র অনুসরণ করে না।

● ডুলং-পেটিট সূত্র যোগে সঠিক পারমাণবিক ওজন নির্ণয় :

(1) 1 গ্রাম ধোঁন ধাতু লবু HCl-এর সহিত N.T.P.*তে 1242 সি.সি. হাইড্রোজেন গ্যাস উৎপন্ন করে। ধাতুটির আপেক্ষিক তাপ 0.238. ধাতুটির তুল্যাংকভার, পারমাণবিক ওজন ও যোজ্যতা নির্ণয় কর।

N.T.P.*তে 1 সি.সি. হাইড্রোজেনের ওজন = 0.00009 গ্রাম

∴ N.T.P.*তে 1242 সি.সি. হাইড্রোজেনের ওজন = 1242×0.00009 গ্রাম
= 0.1118 গ্রাম।

$$\begin{aligned} \text{সুতরাং, ধাতুটির তুল্যাংকভার} &= \frac{\text{ধাতুর ওজন}}{\text{বিমুক্ত হাইড্রোজেনের ওজন}} \\ &= \frac{1.0000}{0.1118} \text{ বা } 8.94 \end{aligned}$$

ডুলং-পেটিট সূত্রানুযায়ী ধাতুটির আনুমানিক পারমাণবিক ওজন—

$$= \frac{6.4}{\text{আপেক্ষিক তাপ}} = \frac{6.4}{0.238} \text{ বা } 26.89$$

$$\text{আবার সূত্রানুযায়ী, যোজ্যতা} = \frac{\text{পারমাণবিক ওজন}}{\text{তুল্যাংকভার}} = \frac{26.89}{8.94} \text{ বা } 3$$

সুতরাং, ধাতুটির যোজ্যতা = 3

$$\begin{aligned} \text{আবার সূত্রানুযায়ী, সঠিক পারমাণবিক ওজন} &= \text{তুল্যাংকভার} \times \text{যোজ্যতা} \\ &= 8.94 \times 3 = 26.82 \end{aligned}$$

সুতরাং, ধাতুটির সঠিক পারমাণবিক ওজন = 26.82.

* পারমাণবিক ওজন ও আপেক্ষিক তাপের গুণফলকে একত্রে—পারমাণবিক তাপ (atomic heat) বলা হয়।

(2) কোন একটি ধাতব অক্সাইডের মধ্যে 30% অক্সিজেন ও 70% ধাতু আছে :
 ঐ ধাতুটির ক্লোরাইডে, ক্লোরিনের পরিমাণ 65.5%। N.T.P.'তে 100 মি.লি.
 ধাতব ক্লোরাইডের (গ্যাসীয় অবস্থায়) ওজন 0.72 গ্রাম। ধাতুটির আপেক্ষিক তাপ
 0.114। ধাতুটির তুল্যাংকভার ও পারমাণবিক ওজন নির্ণয় কর। ধাতুটির
 ক্লোরাইডের সংকেত কি?

ধাতুটির অক্সাইডে—

30 গ্রাম অক্সিজেন, 70 গ্রাম ধাতুর সহিত যুক্ত হয়

অতএব 8 “ “ $\frac{8 \times 70}{30}$ বা 18.66 গ্রাম ধাতুর সহিত যুক্ত হয়

সুতরাং ধাতুটির তুল্যাংকভার—18.66.

ডুলাং-পেটিট সূত্রানুসারে ধাতুটির আণবিক পারমাণবিক ওজন

$$= \frac{6.4}{\text{আপেক্ষিক তাপ}} = \frac{6.4}{0.114} = 56.14$$

$$\text{অতএব ধাতুটির যোজ্যতা} = \frac{56.14}{18.66} = 3.008 = 3$$

(∵ যোজ্যতা পূর্ণসংখ্যা)

অতএব ধাতুটির সঠিক পারমাণবিক ওজন = $18.66 \times 3 = 55.98$

যেহেতু ধাতুটির যোজ্যতা 3, অতএব ধাতব ক্লোরাইডের স্থল সংকেত $(MCl_3)_x$

ধরা যাক ক্লোরাইডের সঠিক আণবিক সংকেত $(MCl_3)_x$

100 মি.লি. ধাতব ক্লোরাইডের ওজন = 0.72 গ্রাম

$$\begin{aligned} 22400 \text{ “ “ “ “ } &= \frac{22400 \times 0.72}{100} \\ &= 161.28 \text{ গ্রাম} \end{aligned}$$

$$\therefore (MCl_3)_x = 161.28$$

$$(55.98 + 3 \times 35.5)x = 161.28$$

$$\text{বা } x = 1 \text{ (প্রায়)}$$

অতএব ক্লোরাইডের যথার্থ আণবিক সংকেত = MCl_3 .

(3) একটি ধাতব অক্সাইডের সংকেত MO, এবং ঐ অক্সাইডে ধাতু (M) ও
 অক্সিজেনের (O) অনুপাত 3.5 : 1। ধাতুটির পারমাণবিক ওজন ও আপেক্ষিক তাপ
 নির্ণয় কর।

1 গ্রাম অক্সিজেন, 3.5 গ্রাম ধাতুর সহিত যুক্ত থাকে

$$\therefore 8 \text{ “ “ } 8 \times 3.5 \text{ বা } 28 \text{ গ্রাম “ “ “}$$

অতএব ধাতুটির তুল্যাংকভার = 28

ধাতব অক্সাইডের সংকেত MO। এক পরমাণু ধাতু, 1 পরমাণু অক্সিজেনের (দ্বিযোজী) সহিত যুক্ত।

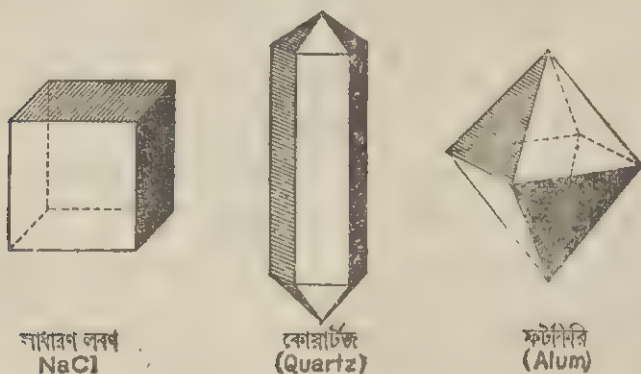
সুতরাং ধাতুটির যোজ্যতা = 2

∴ ধাতুটির পারমাণবিক ওজন = $2 \times 28 = 56$

ডুলং-পেটিট সূত্র হইতে,

$$\text{ধাতুর আপেক্ষিক তাপ} = \frac{6.4}{\text{পাঃ ওঃ}} = \frac{6.4}{56} = 0.1143 \text{ (প্রায়)}$$

মিতসারলিসের সমাকৃতি সূত্রঃ রাসায়নিক নানা কঠিন পদার্থের মধ্যে অনেকগুলি কেলাস (crystal) বা ক্ষুটিক আকারে পাওয়া যায় (চিত্র নং 76)। উদাহরণঃ চিনি, মুন (বা সাধারণ লবণ), গন্ধক, কোয়ার্টজ, ফটকিরি, হাইপো (hypo) বা সোডিয়াম থায়োসালফেট (sodium thio-sulphate) ইত্যাদি। এই কঠিন পদার্থগুলি সংপৃক্ত দ্রবণ (saturated solution) হইবে পৃথক হইবার কালে, জ্যামিতিক আকারযুক্ত হইয়া পৃথক হয়। কঠিন পদার্থের



চিত্র নং 7-6

নিজস্ব ধর্মালুযায়ী জ্যামিতিক আকারটি রহস্যাকৃতি (rhombic), ঘনাকৃতি (cubic), স্খাকৃতি (monoclinic) ইত্যাদি নানারূপের হয়।

যখন দুইটি কঠিন পদার্থ একই জ্যামিতিক আকৃতিযুক্ত কেলাস গঠন করে, উহাদের ‘সমাকৃতি কেলাস’ (Isomorphous crystals) বলা হয়।

সমাকৃতি কেলাসের লক্ষণঃ

● দুইটি কেলাসের মূল আকৃতি এবং আকৃতির জ্যামিতিক তল (plane) গুলির মধ্যস্থ কোণ এক হয়।

● দুইটি সমাকৃতি কেলাসের মিশ্র দ্রবণকে কেলাসিত করিলে, উভয় কেলাসই একযোগে উৎপন্ন হয়। এই কারণে দুইটি সমাকৃতি যোগ যেমন, $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$

এবং $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ একই দ্রবণে থাকিলে উহাদের 'আংশিক কেলাসন' (fractional crystallisation) দ্বারা পৃথক করা যায় না।

● একটি কেলাসের সংপৃক্ত দ্রবণে, অপর একটি সমাকৃতি কেলাস যোগ করিলে উহাকে কেন্দ্র করিয়া (overgrowth) সংপৃক্ত দ্রবণ হইতে অপর কেলাসটি দ্রুত পৃথক হইয়া পড়ে।

সমাকৃতি কেলাসের কয়েকটি উদাহরণ—

$\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	K_2SO_4	$\text{K}_2\text{SO}_4, \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3, 24\text{H}_2\text{O}$	CaCO_3
$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	K_2SeO_4	$\text{K}_2\text{SO}_4, \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3, 24\text{H}_2\text{O}$	SrCO_3
$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	K_2CrO_4	$\text{K}_2\text{SO}_4, \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3, 24\text{H}_2\text{O}$	BaCO_3
			PbCO_3
সমাকৃতি	সমাকৃতি	সমাকৃতি	সমাকৃতি

মিতসারলিস নানা সমাকৃতি পদার্থের বিশ্লেষণ ও সংকেত পরীক্ষার পর যে সিদ্ধান্তে উপনীত হন তাহাকে তিনি 'মিতসারলিসের সূত্র' নামে নিম্নোক্ত ভাবে বিবৃত করেন :

দুইটি সমাকৃতি পদার্থের মধ্যে সম-সংখ্যক পরমাণু একই ভাবে যুক্ত থাকিয়া একই প্রকার কেলাস উৎপন্ন করে।

সমাকৃতিত্ব, পরমাণুর সংখ্যা ও অবস্থান এবং কেলাসটির প্রকৃতির উপর নির্ভরশীল কিন্তু পরমাণুটির রাসায়নিক প্রকৃতির সহিত সম্পর্কশূন্য।

উদাহরণ : পটাসিয়াম সালফেট ও পটাসিয়াম সিলিনেট যোগ দুইটি, সমাকৃতি কেলাস গঠন করে। ইহা'র মধ্যে প্রথমোক্ত যোগের সংকেত জ্ঞাত আছে যে ইহা K_2SO_4 । মিতসারলিসের সূত্রানুযায়ী—দ্বিতীয় যোগটিরও অনুরূপ গঠন হইবে ; অর্থাৎ ইহার সংকেত যদি $\text{K}_2\text{Se}_x\text{O}_4$ হয়, তবে x-এর মান 1 হইবে, বা যোগটি K_2SeO_4 হইবে। দ্বিতীয় যোগটির যথার্থ সংকেত K_2SeO_4 হইলে তবেই প্রথম যোগ K_2SO_4 -এর সংকেত মোট পরমাণুসংখ্যা সমান হইবে এবং মিতসারলিসের সূত্রের শর্ত পূরণ হইবে। যথার্থ বিশ্লেষণে, মিতসারলিসের সিদ্ধান্তই সমর্থিত হয়। মিতসারলিসের সূত্র সত্য বলিয়া স্বীকার করিলে, উহার অনুরূপস্বরূপে বলা যায়, দুইটি সমাকৃতি যোগের মধ্যে পরস্পরের বিকল্প মোল দুইটির (যেমন K_2SO_4 $3\text{K}_2\text{SeO}_4$ এর মধ্যে মোল দুইটি S ও Se) যোজ্যতা সমান হয়।

● মিতসারলিসের সূত্র যোগে আনুমানিক পারমাণবিক ওজন নির্ণয় :

(1) পটাসিয়াম সিলিনেট যোগটি বিশ্লেষণ করিয়া উহা হইতে 35.75% সিলিনিয়াম (Se) পাওয়া যায়। পটাসিয়াম সালফেট যোগটি বিশ্লেষণ করিয়া উহা হইতে 18.39% সালফার (S) পাওয়া যায়। এই দুইটি যোগ সমাকৃতি কেলাস উৎপন্ন

করে। সালফারের পারমাণবিক ওজন 32 হইলে সিলিনিয়ামের পারমাণবিক ওজন নির্ণয় কর।

ধরা যাক, সিলিনিয়ামের পারমাণবিক ওজন = x

পটাশিয়াম সালফেটের যৌগ সংকেত = K_2SO_4

মিতসারলিস সূত্রানুসারে, পটাশিয়াম সিলিনেটের যৌগ সংকেত = K_2SeO_4

∴ K_2SeO_4 -এর আণবিক ওজন = $2 \times 39 + x + 4 \times 16 = 142 + x$

$$\therefore \text{সিলিনিয়ামের শতকরা ওজন} = \frac{100x}{142+x}$$

আবার, সিলিনিয়ামের শতকরা ওজন দেওয়া আছে = 35.75

$$\therefore \text{শর্তানুযায়ী, } \frac{100x}{142+x} = 35.75 \text{ (প্রায়)}$$

$$\text{বা, } x = 79 \text{ (প্রায়)}$$

অতএব, সিলিনিয়ামের পারমাণবিক ওজন = 79 (প্রায়)।

(2) A ও B সংকেতযুক্ত দুইটি ধাতুর অক্সাইড সমাকৃতি। A ধাতুটির পারমাণবিক ওজন 52 এবং উহার ক্লোরাইডের বাষ্প ঘনত্ব 79। B ধাতুটির অক্সাইডের মধ্যে 47.1% অক্সিজেন আছে। B ধাতুটির পারমাণবিক ওজন নির্ণয় কর।

ধরা যাক A ধাতুটির ক্লোরাইডের সংকেত A_xCl_y

A'র ধাতব ক্লোরাইডের আণবিক ওজন = $2 \times \text{বাষ্প ঘনত্ব} = 2 \times 79 = 158$

অতএব, $A_xCl_y = 158$

$$\text{বা } x \times 52 + y \times 35.5 = 158$$

ডাল্টনের পরমাণুবাদ হইতে আমরা জানি, x এবং y অবশ্যই পূর্ণসংখ্যা

$x \times 52 + y \times 35.5 = 158$ এই সমীকরণটিতে $x=1$ এবং $y=3$ হইলে

($1 \times 52 + 3 \times 35.5$) তবেই একমাত্র সমীকরণটি সত্য।

∴ A ধাতুটির ক্লোরাইডের সংকেত = ACl_3

এবং A ধাতুটির যোজ্যতা = 3.

যেহেতু A ও B সমাকৃতি অক্সাইড করে, অতএব সমাকৃতি সূত্রানুসারে

A ও B'এর যোজ্যতা সমান।

∴ B'র যোজ্যতা = 3.

B ধাতুর অক্সাইডে,

47.1 গ্রাম অক্সিজেন যুক্ত হয় ($100 - 47.1$) বা 52.9 গ্রাম B'র সহিত

$$\therefore 8 \text{ " " " } \frac{8 \times 52.9}{47.1} \text{ বা } 8.99 \text{ " " "}$$

অতএব B'র তুল্যাংকভার = 8.99

সুতরাং B'র সঠিক পারমাণবিক ওজন = $8.99 \times 3 = 26.97$

এসলে উল্লেখ করা প্রয়োজন, ডুলং-পেটিট স্ফেরের জায় মিতসারলিসের স্ফেরেরও কিছু কিছু ব্যতিক্রম আছে। যেমন, ষপার্থ সংকেত-সাদৃশ্য এবং যোজ্যতা-সাদৃশ্য না থাকিয়াও দুইটি যৌগ সমাকৃতি হয়।



সমাকৃতি



সমাকৃতি



সমাকৃতি

এই আপাত ব্যতিক্রম উদাহরণগুলির ব্যাখ্যা অবশ্য আছে এবং ইলেকট্রনীয় গঠনতত্ত্বের সহিত পরিচিত হইবার পর এইগুলির ব্যাখ্যা করা যায়।

মোল ধারণা মোগে

তুল্যাংকভার ও পারমাণবিক ওজন সংক্রান্ত গণনা

(1) কোন ধাতুর 5 গ্রাম হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডে দ্রবীভূত করিয়া 0.0846 গ্রাম হাইড্রোজেন পাওয়া গেল; এই একই পরিমাণ ধাতুকে বায়ুতে দীর্ঘ সময় ধরিয়া উত্তপ্ত করিয়া 6.35 গ্রাম অক্সাইড পাওয়া গেল ধাতুটির তুল্যাংকভার নির্ণয় কর।

$$\text{ধাতুর তুল্যাংকভার} = \frac{\text{ধাতুর ওজন}}{\text{প্রতিস্থাপিত হাইড্রোজেনের ওজন}} = \frac{5}{0.0846} = 59.1$$

$$\text{ধাতুর অক্সাইডের ওজন} = 6.35 \text{ গ্রাম}$$

$$\text{ধাতুর ওজন} = 5.00 \text{ গ্রাম}$$

$$\therefore \text{অক্সিজেনের ওজন} = 1.35 \text{ গ্রাম}$$

1.35 গ্রাম অক্সিজেন, 5 গ্রাম ধাতুর সহিত যুক্ত হয়।

$$\therefore 8 \text{ গ্রাম অক্সিজেন, } \frac{8 \times 5}{1.35} \text{ বা } 29.63 \text{ গ্রাম ধাতুর সহিত যুক্ত হয়।}$$

$$\text{সুতরাং ধাতুর তুল্যাংকভার} = 29.63.$$

● উপরোক্ত সমস্যার মোল ধারণায় সমাধান :

সংজ্ঞানুসারে মোলের যে ওজন, 1 মোল তুল্যাংক (1 mole equivalent) হাইড্রোজেন পরমাণু (বা 1 গ্রাম হাইড্রোজেন) অথবা $\frac{1}{2}$ মোল তুল্যাংক ($\frac{1}{2}$ mole-equivalent) অক্সিজেন পরমাণুর (বা 8 গ্রাম অক্সিজেনের) দ্বিগুণ যুক্ত হয়, বা প্রতিস্থাপিত হয়—উহাই মোলটির তুল্যাংকভার।

ধরা যাক, ধাতুটির তুল্যাংকভার = x .

প্রথম ক্ষেত্রে : 1 মোল হাইড্রোজেন পরমাণুর ওজন = 1 গ্রাম (প্রায়)

$$\therefore \text{উৎপন্ন হাইড্রোজেন মোল} = \frac{0.0846}{1} = 0.0846$$

$$\frac{1 \text{ মোল তুল্যাংক H}}{\text{ধাতুর তুল্যাংকভার}} = \frac{0.0846 \text{ গ্রাম}}{5 \text{ গ্রাম}}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{x} = \frac{0.0846}{5} \therefore x = \frac{5}{0.0846} \text{ বা } 59.1$$

অতএব, প্রথম ক্ষেত্রে ধাতুটির তুল্যাংকভার = 59.1

দ্বিতীয় ক্ষেত্রে অক্সাইডে :

$$\text{অক্সিজেনের মোল তুল্যাংক} = \frac{16}{2} = 8$$

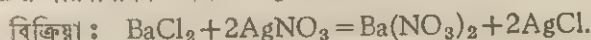
$$\frac{\frac{1}{2} \text{ মোল তুল্যাংক অক্সিজেন}}{\text{ধাতুর তুল্যাংক}} = \frac{1.35 \text{ গ্রাম}}{5 \text{ গ্রাম}}$$

$$\text{বা, } \frac{8}{x} = \frac{1.35}{5} \therefore x = 29.63.$$

অতএব দ্বিতীয় ক্ষেত্রে, ধাতুটির তুল্যাংকভার = 29.63.

(2) কোন পরীক্ষায় 5.244 গ্রাম বেরিয়াম ক্লোরাইডের সহিত সিলভার নাইট্রেটের বিক্রিয়ায় 7.235 গ্রাম সিলভার ক্লোরাইড ও উহা হইতে 5.445 গ্রাম সিলভার পাওয়া গেল। সিলভারের পারমাণবিক ওজন কত ?

[Ba-র পারমাণবিক ওজন 137].



উৎপন্ন সিলভার ক্লোরাইডের ওজন = 7.235 গ্রাম

উৎপন্ন সিলভারের ওজন = 5.445 গ্রাম

সংযুক্ত ক্লোরিনের ওজন = 1.790 গ্রাম

1.790 গ্রাম ক্লোরিন যুক্ত হয় 5.445 গ্রাম সিলভারের সহিত।

$$\therefore 35.5 \text{ গ্রাম ক্লোরিন যুক্ত হয়} = \frac{35.5 \times 5.445}{1.790} \text{ বা } 108 \text{ গ্রাম (প্রায়)}$$

সিলভারের সহিত।

অতএব সিলভারের পারমাণবিক ওজন = 108.

● উপরোক্ত সমস্যার মোল ধারণায় সমাধান :

বেরিয়াম ক্লোরাইডের (BaCl_2) আণবিক ওজন = $137 + 2 \times 35.5 = 208$

$$\text{বিক্রিয়ায় বেরিয়াম ক্লোরাইড মোল} = \frac{5.244}{208}$$

বিক্রিয়ায় 1 মোল বেরিয়াম ক্লোরাইডের সহিত 2 মোল Ag অংশ গ্রহণ করে।

$$\therefore \text{বিক্রিয়ায় সিলভারের মোল} = 2 \times \frac{5.244}{208}$$

ধরা যাক, সিলভারের পারমাণবিক ওজন = x

বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণকারী সিলভারের মোল = $\frac{5.445}{x}$

$$\text{অতএব, } \frac{5.445}{x} = \frac{2 \times 5.244}{208}$$

$$\therefore x = \frac{5.445 \times 208}{2 \times 5.244} \text{ বা } 108 \text{ (প্রায়)}$$

অতএব সিলভারের পারমাণবিক ওজন = 108.

অনুশীলনী

- সংজ্ঞা লিখ - (i) 'তুল্যাকভার' (ii) 'পারমাণবিক ওজন', তুল্যাকভার ও পারমাণবিক ওজনের পারস্পরিক সম্পর্ক কি? প্রমাণ ও উদাহরণ যোগে বর্ণনা কর।
- 'তুল্যাকভার' কতাকে বলে? দ্রবতর তুল্যাকভার নির্ণয়ের কয়েকটি পদ্ধতির নাম কর। ম্যাগনেসিয়ামের তুল্যাকভার নির্ণয় করা যায় এমন একটি পরীক্ষা বর্ণনা কর।
- জিংকের তুল্যাকভার নির্ণয়ের সাধারণ পচলিত পদ্ধতিতে -
 - জিংকের ওজন 0.08 হইতে 0.10 গ্রাম লওয়া হয় কেন;
 - পরীক্ষাটি ডলফ্‌ বোতলে (Woulf's bottle) করা হয় না কেন;
 - যে ওয়াচ গ্লাসে জিংক লওয়া হয়, তাকে একটি উগুড় করা য় নোনা যোগে ঢাকিয়া দেওয়া হয় কেন;
 - বিক্রিয়ায় কালে লবু সালফিউরিক অ্যাসিড যথেষ্ট মাত্রায় ব্যবহার করা হয় কেন;
 - হাইড্রোজেন প্রাতিস্থাপন বিক্রিয়াটি শুষ্ক করার আগে দুগুণে কয়েক বিন্দু লবু কপার সালফেট জরণ যোগ করা হয় কেন;
 - সর্বশেষ অক্সিজেন কপার নাইফেট দ্বারা যোগ করা হয় না কেন;
 - হাইড্রোমিটিং নোনা সঙ্গৃহীত হাইড্রোজেনের আয়তন, একটি ভবপূর্ণ লম্বা জরে নলটি দাবিত করা হয়, নলের জল কাল ও জাঁকো ওঠান সমন্বয় করিয়া, পরে মাপা হয় কেন;
 - ভূতপূর্ণ হাইড্রোজেনের আয়তন মাপার কালে বারো নটারেব চাপ ও পরীক্ষাগারের উষ্ণতা মাপা হয় কেন;
 - হাইড্রোজেনের আয়তন মাপার কালে, পরীক্ষাগারের উষ্ণতায় জলীয় বাষ্পের চাপ মাপা হয় কেন।
- (উচ্চ মাধ্যমিক শিক্ষা সংসদ-আদর্শ প্রশ্ন)
- (a) 'মৌলের তুল্যাকভার' বা 'পারমাণবিক ওজন' নির্ণয়ের উপর নিভর করে - এই উক্তিটি নিম্নোক্ত বিক্রিয়া দুটির পরিপ্রেক্ষিতে ব্যাখ্যা কর -
 - $\text{Fe} + 2\text{HCl} = \text{FeCl}_2 + \text{H}_2$
 - $2\text{Fe} + 3\text{Cl}_2 = 2\text{FeCl}_3$
- কিছু কিছু মৌলের তুল্যাকভার সকল বিক্রিয়ায় এক হয় না বলিয়া দেখা যায়, কেন?
- কি সূত্র কোনে মৌলের তুল্যাকভার, উদাহার পারমাণবিক ওজনের সহিত অভিন্ন হয়? উদাহরণ দাও।
- (উ. মা. লি. স.-আদর্শ প্রশ্ন)
- কি কি পদ্ধতিতে অপর্যুর তুল্যাকভার নির্ণয় করা যায়? অক্সিজেনের তুল্যাকভার নির্ণয়ন একটি পরীক্ষা বর্ণনা কর।

৬. নিম্নোক্ত মোটগুলির তুল্যাংকতার নির্ণয়ের পরীক্ষামূলক পদ্ধতি বর্ণনা কর।
 (i) Cu (ii) Ag (iii) O (iv) H (v) I.
৭. Zn-এর তুল্যাংকতার নির্ণয় চাইলে ডিউয়েন পরীক্ষণ পদ্ধতিতে, Cl-এর তুল্যাংকতার জন্য অক্সাইড উৎপাদন পদ্ধতিতে এবং Ag-এর তুল্যাংকতার নির্ণয় চাইলে ডিউয়েন পরীক্ষণ পদ্ধতিতে কেন? কোন বিক্রির ক্ষেত্রে, নির্দিষ্ট পদ্ধতি অনুসরণ করা গেল। (উ.ম.সি.স.—অর্থপত্র)
৮. নোবেল পুরস্কার প্রাপ্ত ডিউয়েন পরীক্ষণ পদ্ধতিতে 'ক্লোরিন' এর তুল্যাংকতার নির্ণয় করা যায়। কার্বনের যে তুল্যাংকতার নির্ণয়ের জন্য একটি পদ্ধতি বর্ণনা কর।
৯. 1.3 গ্রাম Zn এর সহিত H_2SO_4 এর বিক্রিয়ায় N.T.P. তে 411 ml মি. সি. এর ডিউয়েন গ্যাস উৎপন্ন হয়। Zn-এর তুল্যাংকতার কত? [Ans: 82.5]
১০. ৩ গ্রাম Al-এর সহিত অক্সাইডের বিক্রিয়ায়, N. T. P. তে ক্লোরিন গ্যাস উৎপন্ন হয়। Al-এর তুল্যাংকতার ৩। [Ans: 370.4 মি. সি.]
১১. অক্সাইডের সহিত বিক্রিয়ার কোনো গ্যাসের W গ্রাম N. T. P. তে 1 মি. সি. এর ডিউয়েন গ্যাস উৎপন্ন হবে, গ্যাসটির তুল্যাংকতার কি? [Ans: 10.07000]
১২. $17^\circ C$ উষ্ণতা ও 751.5 মি. চাপে 0.218 গ্রাম ম্যাগনেসিয়াম অক্সাইড HCl দ্রবণে বিক্রিয়ায় 118.2 মি. সি. চাইড্রোজেন উৎপন্ন করে। $17^\circ C$ উষ্ণতার ক্লোরিন গ্যাসের চাপ 14.4 মি. সি. ম্যাগনেসিয়ামের তুল্যাংকতার নির্ণয় কর। (উ.ম.সি.স.—অর্থপত্র) [Ans: 16.1]
১৩. একটি অসম্পূর্ণ তরল নমুনার 1.01 গ্রাম অক্সাইডের সহিত বিক্রিয়ায় 27.0 ml মি. সি. এর ডিউয়েন গ্যাস উৎপন্ন হয়। 1.01 গ্রাম অক্সাইডের সহিত বিক্রিয়ায় 32.7 ml মি. সি. এর ডিউয়েন গ্যাস উৎপন্ন হয়। অক্সাইডের তুল্যাংকতার 98.5%। [Ans: 98.5%]
১৪. 0.500 গ্রাম কপারকে নাইট্রিক অ্যাসিড দ্রবণে দ্রবীভূত করে। দ্রবণটিকে বাষ্পীভূত করে। অবশেষটিকে ছাঁচ উত্তপ্ত করা হলে, অবশেষকণে কপার অক্সাইডের গুণক পাওয়া গেল 0.600 গ্রাম। কপারের তুল্যাংকতার নির্ণয় কর। [Ans: 81.75]
১৫. 1 গ্রাম KCl এর সহিত অক্সাইড AgNO₃ দ্রবণের বিক্রিয়ায় 1.126 গ্রাম AgCl প্রাপ্ত হয়। Ag-এর তুল্যাংকতার 108 ও Cl-এর তুল্যাংকতার 35.5 ব্যবহার করে, AgNO₃ এর তুল্যাংকতার গণনা কর। [Ans: 339.006]
১৬. Sn সহযোগে H_2S এর প্রতিক্রিয়ায় উৎপন্ন ক্লোরিন গ্যাসের তুল্যাংকতার নির্ণয় কর। (উ.ম.সি.স.—অর্থপত্র) [Ans: 16.1]
১৭. 1 গ্রাম $CuCl_2$ -কে গাঢ় H_2SO_4 দ্রবণে দ্রবীভূত করে এবং 1.225 গ্রাম Cu_2O প্রাপ্ত হয়। ক্লোরিনের তুল্যাংকতার 35.5 ও SO_2 গ্যাসের তুল্যাংকতার 64 ব্যবহার করে, Cl-এর তুল্যাংকতার নির্ণয় কর। [Ans: 20.06]
১৮. একটি গ্যাসের (M) তিনটি ভরসী প্রাপ্ত হয় যখন 2.00 গ্রাম Cl_2 এর সহিত বিক্রিয়ায় পেরাইডক্সিজেন বাষ্প দ্রবীভূত হয়। 1.6, 9.25 এবং 110.6। গ্যাসটির গাঢ় প্যারাগনিক গুণক নির্ণয় কর এবং পেরাইডক্সিজেনের সাথে বিক্রিয়া [Ans: 114.8, MO_2 , MO_3 , MO_4]
১৯. 0.500 গ্রাম তিনের একটি নমুনা হতে 0.001 গ্রাম তিন অক্সাইড প্রাপ্ত হয়। তিনের তুল্যাংকতার 29.7। তিন নমুনাটির বস্তুত্বের সনাক্ত করে নিরূপণ কর। [Ans: 114.8]
২০. (a) অক্সাইডের প্যারাগনিক গুণক 16। একটি অক্সাইডের গুণক 16.00 গ্রাম থেকে প্রাপ্ত নির্ণয়? (b) 'সি.মি.সি.' একটি ব্যাখ্যা কর। (উ.ম.সি.স.—অর্থপত্র)
২১. 'প্যারাগনিক গুণ' কি? 'ক্লোরিন' গ্যাসের 'সি.মি.সি.' গুণক নির্ণয় কর। অক্সাইডের গুণক 16.00 গ্রাম থেকে প্রাপ্ত নির্ণয়? [Ans: 0.94: 0.68]

22. একটি মৌল কয়েকটি উদারী যৌগ করে। উচার পারমাণবিক ওজন নির্ণয়ের প্রচলিত পদ্ধতি কি? এই পদ্ধতিতে পারমাণবিক ওজন নির্ণয়কে ভিত্তি করিয়া পারমাণবিক ওজনের একটি স'জ্ঞা প্রস্তাব কর।

(উ. মা. শি. স.—আদর্শ প্রশ্ন)

23. একটি কঠিন মৌলের আণুবীক্ষণিক পারমাণবিক ওজন কিরূপে সাধারণতঃ নির্ণয় করা হয়? যে নিয়মের উপর, এই নির্ণয় করা হয়—সহী নিয়মটি বিবৃত কর। কয়েকটি কঠিন মৌলের নাম কর যাঁহাদের পারমাণবিক ওজন ঐরূপ পদ্ধতিতে নির্ণয় করা যায় না।

(উ. মা. শি. স.—আদর্শ প্রশ্ন)

24. কোনো মৌলের আপেক্ষিক তাপ 0.03। ঐ মৌলের যে অক্সাইড যৌগ পাওয়া যায় উহাতে অক্সিজেনের পরিমাণ 10%। মৌলটির সঠিক পারমাণবিক ওজন নির্ণয় কর। (Jt. Entr. 1974, 1972)

[Ans: 216]

25. কোনো ধাতুর 164 মিলিগ্রাম HCl-এ দ্রবীভূত করিয়া N. T. P.'তে 31 সি. সি. হাইড্রোজেন উৎপন্ন হইল। ধাতুটির ভৌগোলিক ভার নির্ণয় কর। (Jt. Entr. 1973)

[Ans: 58.8]

26. কোনো মৌল M-এর ক্লোরাইডের বাষ্প-ঘনত্ব 66.75; মৌলটির অক্সাইডে মৌলটির মাত্রা 53%। মৌলটির যোজ্যতা ও পারমাণবিক ওজন নির্ণয় কর। (Jr. Entr. 1970)

[Ans: 3; 27]

27. কোনো ধাতুর আপেক্ষিক তাপ 0.214; ঐ ধাতুর 0.1 গ্রাম HCl-এ দ্রবীভূত করিলে N.T.P.'তে 124.4 সি. সি. অনাদ্র হাইড্রোজেন পাওয়া যায়। ধাতুটির পারমাণবিক ওজন নির্ণয় কর এবং উহার অক্সাইড ও ক্লোরাইডের সংকেত লিখ। (C. U. I. Sc.)

[Ans: পাঃ ওঃ 26.80; যোজ্যতা 3; অক্সাইডের সংকেত M_2O_3 ,
ক্লোরাইডের সংকেত MCl_3 ; M=ধাতুর প্রতীক]

28. কোনো ধাতুর ক্লোরাইডে 47.22% ধাতু আছে। ধাতুটির আপেক্ষিক তাপ 0.094। ধাতুটির সঠিক পারমাণবিক ওজন কত?

[Ans: 68.4]

29. আলুমিনিয়াম অক্সাইডে 52.9% Al আছে। Al-এর যোজ্যতা 3। আলুমিনিয়ামের আণুবীক্ষণিক আপেক্ষিক তাপ নির্ণয় কর।

30. 0.1 গ্রাম ধাতু HCl দ্রবণে, N. T. P.'তে 124.4 সি. সি. শুষ্ক হাইড্রোজেন গ্যাস উৎপন্ন করে। ধাতুটির পারমাণবিক ওজন নির্ণয় কর ও ধাতুটির অক্সাইড এবং ক্লোরাইডের সংকেত লিখ।

(ধাতুটির আপেক্ষিক তাপ 0.214) [Ans: 26.80; M_2O_3 & MCl_3 ; M=ধাতু]

31. মিতসারলিদের সমাকৃতি স'ত্র বিবৃত কর। 'সমাকৃতি যৌগ' কাহাকে বলে? গ্রীন ভিট্রিয়ল (green vitriol) ও হোয়াইট ভিট্রিয়লকে (white vitriol) সমাকৃতি বলা হয় কেন? কোনো মৌল M যে ক্লোরাইড উৎপন্ন করে উহাতে ক্লোরিনের ওজন অনুপাতে মাত্রা 29.34%; ঐ ক্লোরাইড যৌগটি KCl-এর সহিত সমাকৃতি। M-এর পারমাণবিক ওজন নির্ণয় কর। (C. U. I. Sc.)

[Ans: 85.5]

32. পটাশিয়াম পারমাংগানেট ($KMnO_4$) ও পটাশিয়াম পারক্লোরেটের ($KClO_4$) কেলস সমাকৃতি। $KMnO_4$ -এর মধ্যে 34.81% Mn থাকে। Mn-এর পারমাণবিক ওজন কত?

[Ans: 54]

33. একটি মৌল (A) এর দ্বারা গঠিত কতকগুলি যৌগের বাষ্প-ঘনত্ব যথাক্রমে 8.5, 15, 22, 23 এবং যৌগগুলিতে অবস্থিত মৌলের শতকরা অনুপাতগুলি যথাক্রমে 82.3, 46.57, 63.6, 60.87। মৌলটির (A) পারমাণবিক ওজন নির্ণয় কর। মৌলটি কি?

[Ans: 14 (নাইট্রোজেন)]

অষ্টম অধ্যায়

অম্ল, ক্ষার ও লবণ

সম্ম, ক্ষার, লবণ : সংজ্ঞা ও শ্রেণীবিভাগ—অম্ল-ইউ শ্রেণীর প্রকৃতি—প্রাথমিক,
অম্ল ও ক্ষার লবণের আর্দ্র বিশ্লেষণ—অম্ল, ক্ষার ও লবণের তুলনাক্ষার—
স্টাণ্ডার্ড দ্রবণ—নমুন, মোলার ও ফর্মাল দ্রবণ—প্রথম—নির্দেশক—
টাইট্রেশন পরীক্ষা—অম্লমিতি ও ক্ষারমিতি বনানা গণনা ।

অম্ল, ক্ষারক ও লবণ (Acids, Bases & Salts)

অগণিত মানুষের মধ্যে পৃথকভাবে প্রতিটি মানুষেরই নিজস্ব অস্তিত্ব ও নিজস্ব প্রকৃতি আছে। কোন মানুষের সহিত বিশিষ্টভাবে পরিচিত না হইলে তাহার সম্পূর্ণ প্রকৃতি জানা সম্ভব নয় ; কিন্তু মোটামুটি ভাবে একটি মানুষের কিছু সাধারণ ধর্ম, আচার-আচরণ সম্বন্ধে ধারণা করা সম্ভব। এই ধারণা করা তখনই সম্ভব হয়, যখন আমরা মানুষটি কোন শ্রেণীভুক্ত তাহা জানিতে পারি। এই শ্রেণী বিভাগ নানা ভিত্তিতে করা যায়। জাতি, পেশা, শিক্ষাগত মান, অর্থনৈতিক মান—যে-কোন একটিকে মানুষের শ্রেণীবিভাগের ভিত্তিস্বরূপ গ্রহণ করা যায়। যেমন, বাঙালী জাতিরূপে বাঙালী মাহেই ভাষা, খাদ্য, আচার, ধর্ম প্রভৃতি কতকগুলি সাধারণ সাদৃশ্যের অধীন। পেশাগত শ্রেণীতে অধ্যাপক, চিকিৎসক, ইঞ্জিনিয়ার, কৃষক, শ্রমিক প্রভৃতি প্রত্যেকটি ব্যক্তিবিশেষে কতকগুলি সাধারণ লক্ষণের অধীন। অর্থাৎ, সমষ্টিগতভাবে কোনো শ্রেণীর সাধারণ ধর্ম জানা থাকিলে, শ্রেণীর অন্তর্গত ব্যক্তির ধর্মের মোটামুটি ধারণা করা সম্ভব।

রসায়নেও অগণ্য যোগ আছে। কতকগুলি সাধারণ ধর্ম ও লক্ষণের সাদৃশ্যের ভিত্তিতে ইহাদের অনেকগুলিকেই কতকগুলি বৈশিষ্ট্যবৃত্ত শ্রেণীভুক্ত করা যায়। ইহার উপযোগিতা এই যে এই শ্রেণীগুলির ধর্ম ও লক্ষণ জানা থাকিলে, শ্রেণীভুক্ত যে-কোন যোগের সাধারণ কতকগুলি ধর্মের ধারণা সহজেই করা যায় এবং সেই ধর্মামুসারে কোন যোগ, বিক্রিয়ায় কি ভূমিকা গ্রহণ করে তাহ'রও পূর্বাভাস জানা যায়।

অগণ্য রাসায়নিক যোগের মধ্যে—অম্ল (acid), ক্ষারক (base) এবং লবণ (salt)—এই তিনটি বিশেষ উল্লেখযোগ্য ও গুরুত্বপূর্ণ শ্রেণী। বহু যোগই, এই তিনটি শ্রেণীর কোন না কোনটির অন্তর্ভুক্ত।

অম্ল, ক্ষারক ও লবণের সংজ্ঞা এবং তাহাদের সাধারণ লক্ষণ ও বৈশিষ্ট্যগুলি, রসায়নের নানা পাঠে ও আলোচনায় বিশেষ সহায়ক।

অম্ল (Acids)

সংজ্ঞা : ● হাইড্রোজেন যুক্ত যে যোগের অনু হইতে এক বা একাধিক হাইড্রোজেন পরমাণু, ধাতু বা 'ধাতু' প্রতিস্থাপনযোগ্য

* যেমন NH_4^+ : একটি হাইড্রোজেনের পরমাণু ও চারটি হাইড্রোজেন পরমাণুর সম্মিলিত রূপের এই মূলকটি, ধাতুর স্থায় বিক্রিয়ায় অংশ গ্রহণ করে।

(এবং ঐরূপ প্রতিস্থাপনের ফলে লবণ উৎপন্ন হয়), ঐ যোগকে অম্ল বা অ্যাসিড বলা হয়।

● আয়নতত্ত্বের ভিত্তিতে, যে হাইড্রোজেনযুক্ত যৌগের অণু জলীয় দ্রবণে বিয়োজিত হইয়া, একমাত্র ধনাত্মক আয়ন রূপে (positively charged ion) হাইড্রোজেন আয়ন বা H^+ আয়ন (hydrogen ion বা H^+ ion) উৎপন্ন করে*, ঐ যোগকে অম্ল বলা হয়।

উদাহরণ : H_2SO_4 , HCl , HNO_3 ইত্যাদি যৌগগুলি অম্ল।

$H_2SO_4 + Zn = ZnSO_4 + H_2$ (Zn দুইটি H-কে প্রতিস্থাপন করিয়াছে)

$2HCl + Fe = FeCl_2 + H_2$ (Fe দুইটি H-কে প্রতিস্থাপন করিয়াছে)

$2HNO_3 + Mg = Mg(NO_3)_2 + H_2$ (Mg দুইটি H-কে প্রতিস্থাপন করিয়াছে)

$HCl + NH_4OH = NH_4Cl + H_2O$ [NH_4 (ধাতু প্রতিভূ মৌলবর্গ) একটি H-কে প্রতিস্থাপন করিয়াছে]

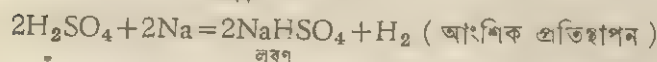
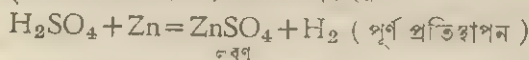
আবার জলীয় দ্রবণে, আয়নীভবনের বিচারে,



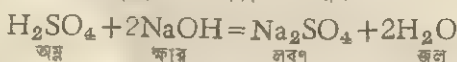
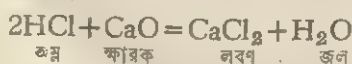
□ অম্লের কতকগুলি সাধারণ ধর্ম :

● অম্লের প্রতিস্থাপনীয় হাইড্রোজেন পরমাণুগুলি, ধাতু বা ধাতু প্রতিভূ-মৌলবর্গের দ্বারা প্রতিস্থাপিত হইয়া যে যৌগে রূপান্তরিত হয় উৎপাদকে লবণ (salt) বলে।

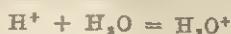
ধাতু বা ধাতুপ্রতিভূ মৌলবর্গের সহিত বিক্রিয়ায়, অম্ল মাত্রেরই H-অংশ আংশিক বা পূর্ণ প্রতিস্থাপিত হইয়া, লবণ উৎপন্ন হয়।



● অম্ল মাত্রেরই ক্ষারকের (base) বা ক্ষারের (alkali) সহিত বিক্রিয়ায় লবণ ও জলে পরিণত হয়।



* প্রকৃতপক্ষে H^+ আয়ন, জলীয় দ্রবণে দ্রবীভূত হইয়া H_3O^+ আয়ন বা হাইড্রক্সোনিয়াম আয়ন (hydroxonium ion) রূপে বিদ্যমান থাকে।

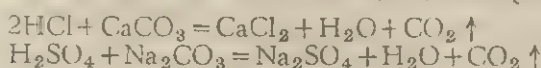


এই বিক্রিয়ার শেষে অম্ল ও ক্ষারক (বা ক্ষার) উভয়েরই শ্রেণীবৈশিষ্ট্য লুপ্ত হয় এবং এই জাতীয় বিক্রিয়াকে **প্রশমন** (neutralisation) বলা হয়।

● অম্লগুলি অতি মৃদু না হইলে উহার একটি টক স্বাদ থাকে। বহুত অম্ল বা ‘আমিড়’ শব্দটির অর্থই টক (acidus=sour)।

● বহু অম্ল রাসায়নিক দ্রবণে—নীল লিটমাস (litmus) দ্রবণকে লাল করে; মিথাইল অরেঞ্জ (methyl orange) দ্রবণকে লাল করে এবং আরো নানা নির্দেশকের বর্ণ পরিবর্তন করে।

● বঃ অম্ল, কার্বনেট লবণের সহিত বিক্রিয়ায় কার্বন ডায়ক্সাইড উৎপন্ন করে।



□ অম্লের শ্রেণীবিভাগ :

● **উপাদানগত শ্রেণীবিভাগ—হাইড্রোসিড ও অক্সিঅ্যাসিড :** কতক অম্লের রাসায়নিক উপাদানে হাইড্রোজেন এবং (অক্সিজেন ব্যতীত) অম্ল এক বা একাধিক অধাতু মৌল থাকে। এই অ্যাসিডগুলিকে **হাইড্রোসিড** (Hydracid) বলা হয়।

উদাহরণ : HCl , HBr , HI , HCN , HN_3 , H_2S ইত্যাদি।

কতক অম্লের রাসায়নিক উপাদানে হাইড্রোজেন এবং অক্সিজেন উভয়ই বর্তমান থাকে এবং তাহার সহিত অম্ল মৌল বর্তমান থাকে ; অম্ল মৌলটি অধাতু বা ধাতু উভয়ই হইতে পারে। এই অ্যাসিডগুলিকে **অক্সিঅ্যাসিড** (Oxyacid) বলা হয়।

উদাহরণ : H_2SO_4 , HNO_3 , HClO_4 , CH_3COOH , H_2CrO_4 , HMnO_4 ইত্যাদি।

□ **উৎসগত শ্রেণীবিভাগ—জৈব ও অজৈব অ্যাসিড :** সপ্রাণ উদ্ভিদ ও প্রাণীজগতে বহু অম্লের অস্তিত্ব লক্ষ্য করা যায়। অবশ্য এগুলির অধিকাংশই এখন পরীক্ষাগারে প্রস্তুত সম্ভব হইয়াছে। এই অম্লগুলির উপাদানে সর্বদাই কার্বন, হাইড্রোজেন ও অক্সিজেন* বর্তমান থাকে। এগুলিকে **জৈব অ্যাসিড** (organic acid) বলা হয়। প্রকৃতিতে এগুলির কোন লবণ, খনিজরূপে পাওয়া যায় না।

উদাহরণ : সাইট্রিক অ্যাসিড ($\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$), লাক্টিক অ্যাসিড ($\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3$), অ্যাসেটিক অ্যাসিড ($\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$) ইত্যাদি।

যে অম্লগুলিকে অজৈব উৎস (যেমন খনিজ) হইতে পাওয়া যায় সেই অম্লগুলিকে **অজৈব অ্যাসিড** (inorganic acid) বলা হয়। একমাত্র কার্বনিক অ্যাসিড (H_2CO_3) ছাড়া এই অ্যাসিডগুলিতে কার্বন উপাদান থাকে না।

উদাহরণ : H_2SO_4 , H_3PO_4 , HNO_3 ইত্যাদি।

যে অজৈব অ্যাসিডগুলির লবণ খনিজরূপে সহজপ্রাপ্য, যেমন HCl , HNO_3 , H_2SO_4 , এগুলিকে কখনো কখনো **খনিজ অ্যাসিড** (mineral acid) বলা হয়।

* কখনো কখনো সালফার এবং নাইট্রোজেনও বর্তমান থাকে।

● **প্রতিস্থাপনীয় হাইড্রোজেনের মাত্রানুপাতে শ্রেণীবিভাগ :** অম্লের একটি অণুর মধ্যে, প্রতিস্থাপনীয় হাইড্রোজেন পরমাণুর সংখ্যা—

1 হইলে, উহাকে একক্ষারীয় অম্ল (monobasic acid) বলা হয়,
উদাহরণ : HCl , HNO_3 , CH_3COOH ইত্যাদি।

2 হইলে, উহাকে দ্বিক্ষারীয় অম্ল (dibasic acid) বলা হয়,
উদাহরণ : H_2CO_3 , H_2SO_3 , H_2SO_4 ইত্যাদি।

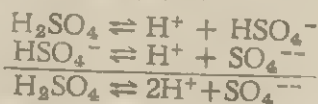
3 হইলে, উহাকে ত্রিক্ষারীয় অম্ল (tribasic acid) বলা হয়;
উদাহরণ : H_3PO_4 , H_3BO_3 ইত্যাদি।

4 হইলে, উহাকে চতুক্ষারীয় অম্ল (tetrabasic acid) বলা হয়।
উদাহরণ : $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$ ইত্যাদি।

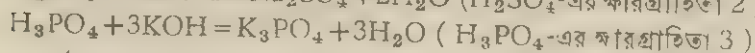
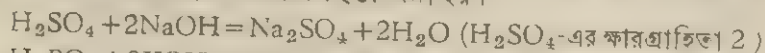
□ **অম্লের ক্ষারগ্রাহিতা বা ক্ষারকীয়তা (Basicity of an acid) :**

n ক্ষারীয় অম্ল হইতে, জলীয় দ্রবণে n সংখ্যক H^+ আয়ন উৎপন্ন হয়। n ক্ষারীয় অম্লের n সংখ্যাটিকে 'অম্লের ক্ষারগ্রাহিতা' বলা হয়।

যেমন, H_2SO_4 এর ক্ষারগ্রাহিতা 2।



কোন অম্লের একটি অণু যতগুলি সংখ্যক একাক্ষ-ক্ষারের (monacidic acid) (অর্থাৎ পরমাণুতে একটি OH -মূলক আছে এমন ক্ষারের) অণু দ্বারা পূর্ণ প্রশমিত হয়, ঐ সংখ্যাটিকে 'অম্লের ক্ষারগ্রাহিতা' বলা হয়।



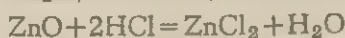
● **উৎপন্ন H^+ -আয়নের মাত্রাভেদে শ্রেণীবিভাগ—**তীব্র অম্ল, মৃদু অম্ল : যে অম্ল জলীয় দ্রবণে অধিক মাত্রায় আয়নিত হইয়া, অধিক মাত্রায় H^+ আয়ন উৎপন্ন করে, উহাকে তীব্র অম্ল (strong acid) এবং যে অম্ল জলায় দ্রবণে তুলনামূলকভাবে কম মাত্রায় আয়নিত হইয়া কম মাত্রায় H^+ -আয়ন উৎপন্ন করে, উহাকে মৃদু অম্ল (weak acid) বলা হয়।

	অজৈব	জৈব
তীব্র অম্ল	HClO_4 HCl HNO_3 H_2SO_4	CCl_3COOH (ট্রাইক্লোরো- অ্যাসেটিক অ্যাসিড)
মৃদু অম্ল	H_2CO_3 H_2SO_3 H_3PO_4 H_2S HCN	CH_3COOH $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$

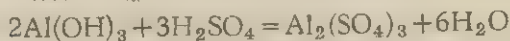
ক্ষারক ও ক্ষার (Base and alkali)

সংজ্ঞা : যে যৌগগুলি, অম্লকে প্রশমিত করিয়া লবণ ও জল উৎপন্ন করে, সেই যৌগগুলিকে ক্ষারক (base) বলা হয়। ধাতু বা ধাতুপ্রতিভূ মৌলবর্গের অক্সাইড ও হাইড্রক্সাইডগুলি ক্ষারক।

উদাহরণ : Na_2O , ZnO , $\text{Al}(\text{OH})_3$, $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ইত্যাদি ক্ষারক।



ক্ষারক অম্ল লবণ জল

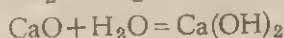


ক্ষারক অম্ল লবণ জল

ক্ষারক দুই শ্রেণীর : জলে দ্রাব্য ও জলে অদ্রাব্য। যেমন,

	জলে দ্রাব্য	জলে অদ্রাব্য
অক্সাইড ক্ষারক	Na_2O , K_2O , CaO , BaO , SrO ইত্যাদি	FeO , ZnO , CuO , Al_2O_3 , SnO , SnO_2 , PbO ইত্যাদি
হাইড্রক্সাইড ক্ষারক	NaOH , KOH , $\text{Ca}(\text{OH})_2$, $\text{Ba}(\text{OH})_2$ $\text{Sr}(\text{OH})_2$, NH_4OH ইত্যাদি	$\text{Fe}(\text{OH})_2$, $\text{Fe}(\text{OH})_3$ $\text{Al}(\text{OH})_3$, $\text{Zn}(\text{OH})_2$ $\text{Mg}(\text{OH})_2$, $\text{Cu}(\text{OH})_2$ ইত্যাদি

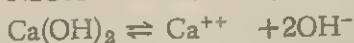
জলে দ্রাব্য অক্সাইড ক্ষারকগুলি, জলীয় দ্রবণে আব অক্সাইডরূপে থাকে না উহারা হাইড্রক্সাইড ক্ষারকে পরিণত হয়।



সংজ্ঞা : জলে দ্রাব্য যে ধাতব বা ধাতুপ্রতিম মূলকের হাইড্রক্সাইড ক্ষারকগুলি অম্লের সহিত বিক্রিয়ায় লবণ ও জল উৎপন্ন করে, উহাদের ক্ষার (alkali) বলা হয়।

সকল ক্ষারই ক্ষারক, কিন্তু সকল ক্ষারক ক্ষার নয়।

ক্ষারমাত্রের জলীয় দ্রবণে আয়নিত হইয়া একমাত্র ঋণাত্মক আয়নরূপে (negatively charged ion) দ্রবণে হাইড্রক্সিল আয়ন (hydroxyl ion) বা OH^- আয়ন উৎপন্ন করে।



□ ক্ষারের কতকগুলি সাধারণ ধর্ম :

● ক্ষারমাত্রেরই অম্লের সহিত বিক্রিয়ায় প্রশমিত হইয়া লবণ ও জল উৎপন্ন করে।

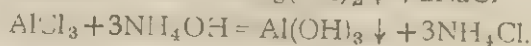
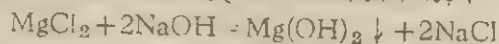
● ক্ষার সাধারণত কটু স্বাদের হয়।

● ক্ষারের জলীয় দ্রবণ স্পর্শ করিলে পিচ্ছিল লাগে; সাবানের মধ্যে ক্ষার থাকে বলিয়াই সাবানের দ্রবণ পিচ্ছিল।

● তীব্র ক্ষার, জৈব ও উদ্ভিদজাত কোষ বিনষ্ট করে।

● ক্ষার নানা নির্দেশকের বর্ণ পরিবর্তন করে; ক্ষারে লাল লিটমাস দ্রবণ নীল হয়, ফিনোল থ্যালিন দ্রবণ গোলাপী হয়, মিথাইল অরেঞ্জ দ্রবণ হলুদ হয়।

● কোন ধাতু বা দ্রাব্য লবণের দ্রবণে, ক্ষার যোগ করিলে—ধাতুটির হাইড্রক্সাইড যদি অদ্রাব্য হয়, তাহা হইলে ঐ হাইড্রক্সাইডের অধঃক্ষেপ পড়ে।

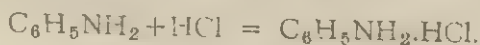


□ ক্ষারকের শ্রেণীবিভাগ :

● উৎসগত শ্রেণীবিভাগ—জৈব ও অজৈব ক্ষারক।

ক্ষারক জৈব ও অজৈব উভয় শ্রেণীর হইতে পারে। জৈব ক্ষারকগুলি সর্বদাই কার্বন এবং প্রায়শঃ নাইট্রোজেন যুক্ত হয়; যথা, জৈব অ্যামিন যোগ সমূহ, পিরিডিন ($\text{C}_5\text{H}_5\text{N}$), অ্যানিলিন ($\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$) অ্যালকালয়েড বর্ণের যোগ ইত্যাদি।

জৈব ক্ষারকগুলি, অজৈব ক্ষারের তায় অল্পে প্রশমিত কবে, কিন্তু সঙ্গে কোন জল সহোৎপন্ন হয় না।



অ্যানিলিন

অ্যানিলিন হাইড্রোক্লোরাইড লবণ

অ্যামোনিয়া বা NH_3 যোগটির বিক্রিয়াও অল্পরূপে,

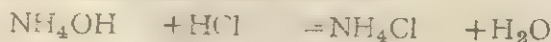


অ্যামোনিয়া

অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড লবণ

ধাতু বা ধাতুপ্রতিভূ যৌলবর্ণের অক্সাইড ও হাইড্রক্সাইডগুলি অজৈব ক্ষারকের উদাহরণ।

অ্যামোনিয়ার দ্রবণ, বা অ্যামোনিয়ার হাইড্রক্সাইড NH_4OH ($\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{NH}_4\text{OH}$) অজৈব ক্ষারের অল্পরূপে ক্রিয়া করে



ক্ষার

অম্ল

লবণ

জল

● প্রতিস্থাপনীয় OH-মূলকের মাত্রানুপাতে শ্রেণীবিভাগ :

ক্ষারের আয়নিকতা বা অম্লপ্রাধিকার সংজ্ঞা : কোন ক্ষার বা ক্ষারের একটি অণু যতগুলি সংখ্যক একক্ষারীয় অম্লের অণুব (যথা, HCl , HNO_3 ইত্যাদি)

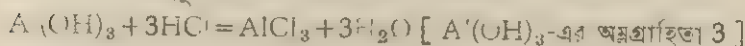
দ্বারা পূর্ণ প্রদর্শিত হয়, ঐ সংখ্যাকে 'ক্ষারের অম্লগ্রাহিতা' (acidity of base) বলা হয়। উদাহরণ :



1 অণু



2 অণু



3 অণু

অম্লগ্রাহিতা 1 হইলে ক্ষার বা ক্ষারকে একমূল ক্ষারক (monoacidic base) বলা হয় ; উদাহরণ, NaOH, KOH ইত্যাদি।

অম্লগ্রাহিতা 2 হইলে, ক্ষার বা ক্ষারকে দ্বি-মূল ক্ষারক (diacidic base) বলা হয়। যথা : Ca(OH)_2 , Ba(OH)_2 ইত্যাদি।

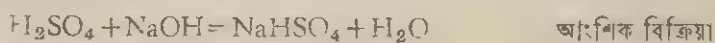
● উৎপন্ন OH^- আয়নের মাত্রাভেদে শ্রেণীবিভাগ : যে ক্ষার (ত্রি-মূল ক্ষারক) জলীয় দ্রবণে অধিক মাত্রায় আয়নিত হইয়া অধিকমাত্রায় OH^- আয়ন উৎপন্ন করে, উহাকে তীব্র ক্ষার (strong a'kali) এবং যে ক্ষার জলীয় দ্রবণে অল্প মাত্রায় OH^- আয়ন উৎপন্ন করে, উহাকে মৃদু ক্ষার (weak a'kali) বলা হয়।

উদাহরণ : তীব্র ক্ষার—KOH, NaOH, Ca(OH)_2

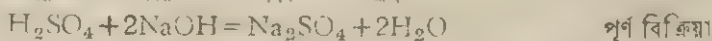
মৃদু ক্ষার— NH_4OH .

লবণ (Salt)

সংজ্ঞা : ● অম্লের সহিত ক্ষারক বা ক্ষারের আংশিক বা পূর্ণ বিক্রিয়ার ফলে বিক্রিয়ালব্ধ জলের সহিত সহোৎপন্ন যৌগকে লবণ (salt) বলা হয়।

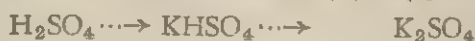


অম্ল ক্ষার লবণ জল



অম্ল ক্ষার লবণ জল

● অম্লের অণুতে যতগুলি প্রতিস্থাপনীয় হাইড্রোজেন পরমাণু থাকে—ধাতু বা ধাতুপ্রতিভূ মৌলবর্গের দ্বারা উহার পূর্ণ বা আংশিক প্রতিস্থাপনের ফলে যে যৌগ উৎপন্ন হয়, উহাকে লবণ বলা হয়।



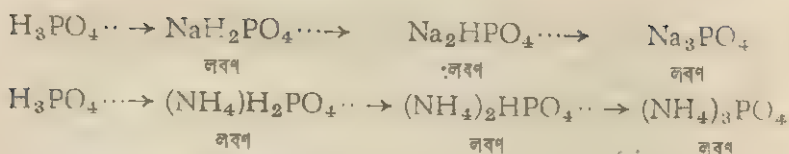
লবণ

লবণ



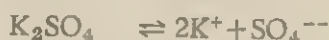
লবণ

লবণ



□ লবণের সাধারণ ধর্ম :

অম্ল বা ক্ষারের ত্রায় লবণগুলির কোন সাধারণ ধর্ম লক্ষ্য করা যায় না। কোন লবণের ধর্ম উহার নিষ্কষ সংযুতির উপর নির্ভর করে। লবণ দ্রাব্য ও অদ্রাব্য উভয় শ্রেণীর হইতে পারে। উভয় শ্রেণীর লবণের সংগঠনে ধাতু বা ধাতুপ্রতিভূ অংশ একটি ধনধানযুক্ত বা ধনায়ক আয়নরূপে (cation) দেখা যায় এবং অধাতু অংশটি (বা ধাতু ও অধাতুর মিলিত মূলক অংশটি) ঋণাধানযুক্ত বা ঋণাত্মক আয়নরূপে* (anion) দেখা যায়। যেমন, NaCl লবণটির উপাদান বস্তুত Na⁺ আয়ন ও Cl⁻ আয়ন। দ্রাব্য লবণগুলি জলীয় দ্রবণে, উপাদান আয়নগুলিতে বিচ্ছিন্ন হইয়া থাকে।



□ লবণের শ্রেণীবিভাগ :

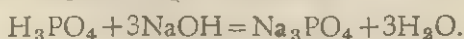
লবণকে প্রকৃতি অনুযায়ী তিনটি শ্রেণিতে ভাগ করা যায় :

- পূর্ণ লবণ বা শমিত লবণ (normal salt)।
- 'বাই'-লবণ (bi-salt) বা অম্ল লবণ (acid salt)।
- ক্ষার লবণ (basic salt)।

● **পূর্ণ লবণ বা শমিত লবণ :** অম্লের অণুর প্রতিস্থাপনীয় হাইড্রোজেন পরমাণুগুলির ধাতু বা ধাতুপ্রতিভূ মৌলবর্গের দ্বারা পূর্ণ প্রতিস্থাপন ঘটিলে বা অম্লের অণু সম্পূর্ণরূপে ক্ষারের সহিত বিক্রিয়া করিলে, যে লবণ উৎপন্ন হয় উহাকে শমিত লবণ বা পূর্ণ লবণ বলে।

উদাহরণ : NaCl, K₂SO₄, (NH₄)₃PO₄, ইত্যাদি।

H₃PO₄ অম্লের 1টি অণু, সর্বাধিক 3 অণু NaOH ক্ষারের সহিত বিক্রিয়া করিতে পারে। যদি H₃PO₄ ও NaOH-এর বিক্রিয়া 1 : 3 অনুপাতে ঘটে, উৎপন্ন লবণ Na₃PO₄—পূর্ণ বা শমিত লবণ।



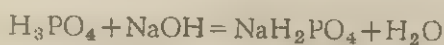
● **বাই-লবণ বা অম্ল লবণ :** অম্লের অণুর প্রতিস্থাপনীয় হাইড্রোজেন পরমাণুগুলি ধাতু বা ধাতুপ্রতিভূ মৌলবর্গের দ্বারা আংশিক প্রতিস্থাপিত হইলে বা

* আয়নে যুক্ত ধনধান বা ঋণাধানের পরিমাণ, আয়ন অংশটির রাসায়নিক বৈজ্ঞানিক সমান।

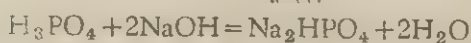
অম্লের অণু আংশিকভাবে ক্ষারের সহিত বিক্রিয়া করিলে যে লবণ উৎপন্ন হয়, তাকে বাই-লবণ বা অম্ল-লবণ বলে।

উদাহরণ : NaHSO_4 , NaHSO_3 , NaH_2PO_4 , $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$, NaHCO_3 ইত্যাদি।

H_3PO_4 অম্লের 1টি অণু ক্ষার দ্বারা পূর্ণ প্রশমিত করিতে 3টি অণু NaOH লাগে; যদি H_3PO_4 -এর 1টি অণু, 1টি অণু NaOH বা 2টি অণু NaOH -এর সহিত বিক্রিয়া করে, তবে অম্ল-লবণ NaH_2PO_4 বা অম্ল-লবণ Na_2HPO_4 উৎপন্ন হইবে।



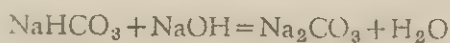
অম্ল-লবণ



অম্ল-লবণ

অক্লরণভাবে H_2SO_4 -এর ক্ষারের সহিত আংশিক বিক্রিয়ার অম্ল-লবণ NaHSO_4 উৎপন্ন হয়; $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{NaOH} = \text{NaHSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ ।

অম্ল-লবণগুলির সংযুতিতে প্রতিস্থাপনীয় H-পরমাণু থাকিয়া যায় বলিয়া উহা আবার ক্ষারের সহিত বিক্রিয়ায় দক্ষম এবং এই বিক্রিয়ায় পরে উহা পূর্ণ-লবণে পরিণত হয়।



অম্ল-লবণ ক্ষার পূর্ণ-লবণ

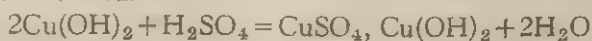


অম্ল-লবণ ক্ষার পূর্ণ-লবণ

● **ক্ষার-লবণ :** কোন ক্ষারক বা ক্ষারের পূর্ণ প্রশমিত হইতে যে মাত্রায় অম্লের প্রয়োজন তদপেক্ষা কম মাত্রায় অম্লের সহিত যদি উহার বিক্রিয়া ঘটে তাহা হইলে আংশিক অপ্রশমিত ক্ষার বা ক্ষারক যুক্ত যে লবণ উৎপন্ন হয়, উহাকে ক্ষার-লবণ বলে।

$\text{Cu}(\text{OH})_2$ ক্ষারটির 1টি অণু, 1 অণু H_2SO_4 বা 1 অণু H_2CO_3 অম্লের সহিত পূর্ণ বিক্রিয়া করে ও পূর্ণ প্রশমিত হয়।

যদি 2 অণু $\text{Cu}(\text{OH})_2$ ক্ষারক, 1 অণু H_2SO_4 বা 1 অণু H_2CO_3 -এর সহিত বিক্রিয়া করে, 1 অণু $\text{Cu}(\text{OH})_2$ প্রশমিত হইবে ও 1 অণু $\text{Cu}(\text{OH})_2$ অপ্রশমিত থাকিবে; এইভাবে উৎপন্ন লবণগুলি— CuSO_4 , $\text{Cu}(\text{OH})_2$ বা CuCO_3 , $\text{Cu}(\text{OH})_2$, ক্ষার-লবণ।

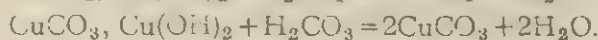
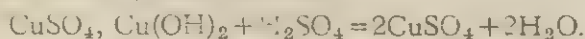


ক্ষার-লবণ



ক্ষার-লবণ

ক্ষার লবণগুলিতে অপ্রশমিত ক্ষার অংশ থাকায় এইগুলি পুনরায় অম্লের সহিত বিক্রিয়া করে ও পরে পুনরায় পরিণত হয়।



১) জলীয় দ্রবণে লবণের বিক্রিয়া—আর্দ্রবিশ্লেষ (Hydrolysis) :

কোন দ্রব্য লবণের জলীয় দ্রবণ—প্রশম (neutral), অম্লিক (acidic) ও ক্ষারীয় (alkaline), ইহার যে-কোন একটি হইতে পারে। দ্রব্য লবণের জলীয় দ্রবণের প্রকৃতি, লবণটির প্রকৃতির উপর নির্ভর করে।

যেমন, কতকগুলি পূর্ণ লবণ লইয়া পরীক্ষা করিলে দেখা যায়, সোডিয়াম ক্লোরাইডের (NaCl) জলীয় দ্রবণ প্রশম, অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইডের (NH_4Cl) ও অ্যালুমিনিয়াম ক্লোরাইডের (AlCl_3) জলীয় দ্রবণ অম্লিক (acidic), সোডিয়াম সালফাইডের (Na_2S) ও সোডিয়াম অ্যাসিটেট (CH_3COONa) জলীয় দ্রবণ ক্ষারীয় (alkaline)।

আবার কতকগুলি অম্ল-লবণ লইয়া পরীক্ষা করিলে দেখা যায়, সোডিয়াম বাইসালফেটের (NaHSO_4) জলীয় দ্রবণ অম্লিক, ডাইসোডিয়াম হাইড্রোজেন ফসফেটের (Na_2HPO_4) জলীয় দ্রবণ প্রায় প্রশম, সোডিয়াম বাইকার্বনেটের (NaHCO_3) জলীয় দ্রবণ ক্ষারীয়।

উপবোক্ত ঘটনাগুলির ব্যাখ্যা কথিতে গেলে দ্রব্য লবণের দ্রবণকালে দ্রাবকরূপে জলের ভূমিকা আলোচনা প্রয়োজন। সাধারণত দ্রাবক দ্রব্য পদার্থকে যখন দ্রাবভূত করে তখন কোন রাসায়নিক পরিবর্তন ঘটে না। জলও দ্রাবকরূপে বহু পদার্থের দ্রবণ উৎপন্ন করার কালে, কেবলমাত্র পদার্থটির সহিত সাধারণ মিশ্র করে। কিন্তু, কোন কোন ক্ষেত্রে দ্রাবককে দ্রবীভূত করার কালে, জল দ্রাবক ভূমিকা ছাড়াও রাসায়নিক বিক্রিয়কের ভূমিকা গ্রহণ করে এবং পদার্থটির সহিত যুগ্ম প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া (নবম অধ্যায় দ্রষ্টব্য) করে। বিক্রিয়কের ভূমিকায়, জল যখন এইরূপ পদার্থের সহিত যুগ্ম প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া করে, তখন বিক্রিয়াটিকে আর্দ্রবিশ্লেষ (hydrolysis) বলা হয়। দ্রব্য লবণগুলির ক্ষেত্রে জল এইরূপ আর্দ্রবিশ্লেষ করে।

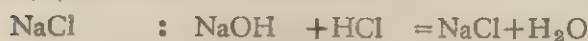
সংজ্ঞা : যে বিক্রিয়ায় জল দ্রাবক ভূমিকা ছাড়াও বিক্রিয়ক রূপে দ্রব্য পদার্থের সহিত রাসায়নিক যুগ্ম প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া করে, সেই বিক্রিয়াকে আর্দ্রবিশ্লেষ বলা হয়।

আর্দ্রবিশ্লেষ বিক্রিয়াগুলি সাধারণত উত্তপ্ত হয় এবং অম্ল ও ক্ষার দ্বারা বিক্রিয়াটি প্রভাবিত হয়।

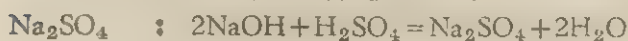
নানা লবণের দ্রবণগুলির আর্দ্রবিশ্লেষ, লবণের গঠনের উপর নির্ভর করে। গঠন অনুসারে, লবণগুলিকে চারটি শ্রেণীতে ভাগ করা হয়।

1. তীব্র অম্ল ও তীব্র ক্ষারের সহযোগে উৎপন্ন লবণ :

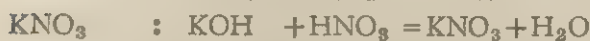
উদাহরণ :



তীব্র-ক্ষার তীব্র-অম্ল লবণ



তীব্র-ক্ষার তীব্র-অম্ল লবণ



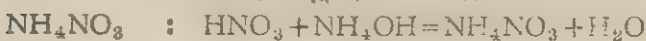
তীব্র-ক্ষার তীব্র-অম্ল লবণ

2. তীব্র অম্ল ও মৃদু ক্ষারের সহযোগে উৎপন্ন লবণ :

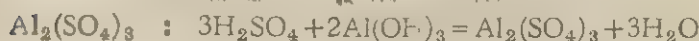
উদাহরণ :



তীব্র-অম্ল মৃদু-ক্ষার লবণ



তীব্র-অম্ল মৃদু-ক্ষার লবণ



তীব্র-অম্ল মৃদু-ক্ষারক লবণ



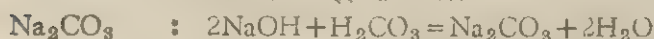
তীব্র-অম্ল মৃদু-ক্ষারক লবণ

3. মৃদু অম্ল ও তীব্র ক্ষারের সহযোগে উৎপন্ন লবণ :

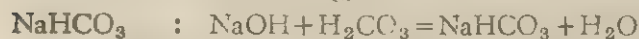
উদাহরণ :



তীব্র-ক্ষার মৃদু অম্ল লবণ



তীব্র-ক্ষার মৃদু-অম্ল লবণ



তীব্র-ক্ষার মৃদু-অম্ল লবণ



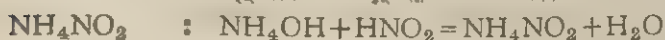
তীব্র-ক্ষার মৃদু-অম্ল লবণ

4. মৃদু অম্ল ও মৃদু ক্ষারের সহযোগে উৎপন্ন লবণ :

উদাহরণ :



মৃদু-ক্ষার মৃদু-অম্ল লবণ



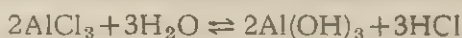
মৃদু-ক্ষার মৃদু-অম্ল লবণ



মৃদু-ক্ষার মৃদু-অম্ল লবণ

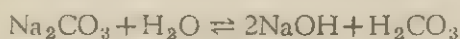
এই চারটি শ্রেণীর লবণের সহিত জলের দ্রবণকালে আর্দ্রবিশ্লেষ ঘটে এবং প্রতি ক্ষেত্রেই লবণটির উৎপাদনের বিপরীত বিক্রিয়াটি ঘটে অর্থাৎ লবণটি জলের বিক্রিয়ায় উৎপাদক অম্ল ও ক্ষারে বিশ্লিষ্ট হয়। আর্দ্রবিশ্লেষের পর, উৎপন্ন অম্ল ও ক্ষারের মধ্যে যেটির তীব্রতা প্রকট হয়—দ্রবণটি সেই অম্লধারী অম্ল বা ক্ষার প্রকৃতি গ্রহণ করে।

অ্যালুমিনিয়াম ক্লোরাইডের দ্রবণকালে, আর্দ্রবিশ্লেষের বিক্রিয়া :



এই বিক্রিয়ায় উৎপন্ন $\text{Al}(\text{OH})_3$ মৃদু ক্ষারক ও উৎপন্ন HCl তীব্র অম্ল। সেজন্য মোট দ্রবণটি অম্লাংশের তীব্রতার জন্য অম্লিক। AlCl_3 দ্রবণে নীল লিটমাস দিলে, অম্লিক ধর্মের জন্য উহা লাল হইয়া যায়।

আর্দ্রবিশ্লেষে উৎপন্ন ক্ষারটি তীব্র ও অম্লটি মৃদু হইলে, দ্রবণের প্রকৃতি অনুরূপ-ভাবে ক্ষারীয় হয়।



তীব্র-ক্ষার মৃদু অম্ল

এই কারণেই সোডিয়াম কার্বনেট দ্রবণে, লাল লিটমাস নীল হয়।

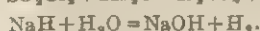
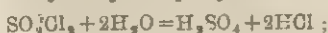
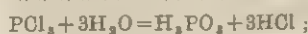
আর্দ্রবিশ্লেষে উৎপন্ন ক্ষার ও অম্ল উভয়েই তীব্র হইলে, মোট ফলরূপে কোনটিই প্রকট হয় না এবং দ্রবণটি প্রশম থাকে।

আর্দ্রবিশ্লেষে উৎপন্ন ক্ষার ও অম্ল উভয়েই মৃদু হইলে, মোট ফল অনিশ্চিত হয়, এবং উৎপন্ন ক্ষার ও অম্লের মধ্যে আপেক্ষিক ভাবে যেটির শক্তি বেশী হয়—দ্রবণের প্রকৃতি সেই অনুসারে হয়।

সংক্ষেপে আর্দ্রবিশ্লেষের ফলাফলগুলিকে, নিম্নের তালিকানুযায়ী সারাংশ করা যায় :

লবণের		আর্দ্রবিশ্লেষ	দ্রবণের প্রকৃতি
উৎপাদন অম্ল	উৎপাদন ক্ষার		
তীব্র	তীব্র	ঘটে না	প্রশম
তীব্র	মৃদু	ঘটে	অম্লিক
মৃদু	তীব্র	ঘটে	ক্ষারীয়
মৃদু	মৃদু	ঘটে	অনিশ্চিত

লবণ ছাড়াও নানা রাসায়নিক যৌগ আর্দ্রবিশ্লেষ করে—



অক্সাইড শ্রেণীর যৌগসমূহ

অক্সিজেন অণু মৌলের সহিত যে দ্বিমৌল যৌগ (binary compounds) উৎপন্ন করে, উহাদের সাধারণভাবে অক্সাইড বলা হয়। ধাতু এবং অধাতু মৌলের উৎপন্ন অক্সাইডগুলি একই ধর্মসম্পন্ন নয়, ইহাদের কোনটি অম্লধর্মী, কোনটি ক্ষারধর্মী,

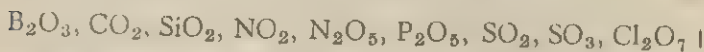
কোনটি অম্ল এবং ক্ষার উভয় ধর্মই বহন করে ইত্যাদি। রাসায়নিক ধর্মাবলম্বীরা অক্সাইডগুলিকে নিম্নোক্তভাবে শ্রেণীবিন্যাস করা হয়।

অক্সাইড

অম্লিক (Acidic oxide)	ক্ষারকীয় (Basic oxide)	উভয়ধর্মী (Amphoteric oxide)	প্রশম (Neutral oxide)	পারক্সাইড (Peroxide)	মিশ্র অক্সাইড (Mixed oxide)
--------------------------	----------------------------	---------------------------------	--------------------------	-------------------------	--------------------------------

□ **অম্লিক অক্সাইড :** অধাতু মৌলের সহিত অক্সিজেন সাধারণত যে অক্সাইডগুলি উৎপন্ন করে, উহারা অম্লধর্মী বা অম্লিক অক্সাইড।

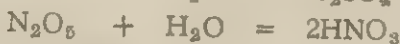
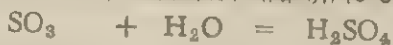
উদাহরণ :



কোন কোন ক্ষেত্রে, কোন কোন ধাতু উচ্চতম যোজ্যতা-সুত্বরূপে যে অক্সাইড উৎপন্ন করে, ঐগুলিও অম্লধর্মী হয়; যেমন CrO_3, Mn_2O_7 ইত্যাদি।

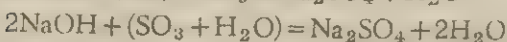
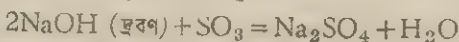
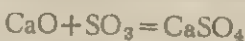
অম্লিক অক্সাইড—

- জলে দ্রাব্য হইলে, জলীয় দ্রবণে অক্সিঅ্যাসিড উৎপন্ন করে।



জলের সহিত এরূপ অক্সিঅ্যাসিড উৎপাদক অক্সাইডকে, **অম্ল নিরুদক** (acid anhydride) বা **নিরুদক** বলা হয়।

- জলে দ্রাব্য হইলে, জলীয় দ্রবণে নীল লিটমাসের বর্ণ লাল কবে।
- জলীয় দ্রবণে বা সোজাসুজি ক্ষারের সহিত বিক্রিয়ার লবণ উৎপন্ন করে।

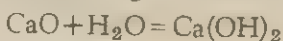
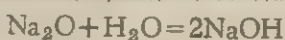


দ্রবণ

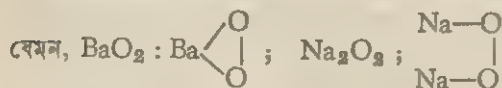
□ **ক্ষারকীয় অক্সাইড :** অক্সিজেন অধিকাংশ ধাতু-মৌলগুলির সহিত যে অক্সাইড উৎপন্ন করে, উহাদের ক্ষারকীয় অক্সাইড বলা হয়। এগুলি সাধারণত ক্ষারধর্মী হয়।

উদাহরণ : Na_2O, CaO, MgO, ZnO , ইত্যাদি ক্ষারকীয় অক্সাইড। ক্ষারকীয় অক্সাইড—

- জলে দ্রাব্য হইলে, জলীয় দ্রবণে ক্ষার উৎপন্ন করে।

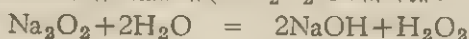


বলা হয়। পারক্সাইডগুলির রেখাসংকেত দুইটি অক্সিজেন পরমাণু $—O—O—$ বা ‘পারক্সো বন্ধনী’তে (peroxo-linkage) অবস্থিত যুক্ত থাকা প্রয়োজন।

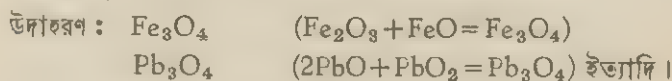


উদাহরণ :	ধাতু	যোজ্যতা	সাধারণ-অক্সাইড	পারক্সাইড
	Na	1	Na_2O	Na_2O_2
	Ba	2	BaO	BaO_2

পারক্সাইডগুলি জল বা অম্লের সহিত H_2O_2 উৎপন্ন করে :



□ যুগ্ম অক্সাইড : কোন কোন ক্ষেত্রে অক্সিজেন ধাতুর সহিত যুক্ত হইয়া এমন অক্সাইড গঠন করে, যাতে ধাতুটি বিভিন্ন যোজ্যতা সম্পন্ন হইয়া বিভিন্ন অক্সাইড গঠন করে ও পরে মিশ্র অক্সাইড উৎপন্ন করে ; এইরূপ অক্সাইডগুলিকে যুগ্ম অক্সাইড বলা হয়।



অম্ল, ক্ষার ও লবণের তুল্যাংকভার (Equivalent weight of acids, alkalis & salts)

রাসায়নিক সংযোজন ও প্রতিস্থাপনের কালে মৌলগুলি উহাদের তুল্যাংকভারের অনুপাতে পরস্পরের সহিত সংযোজন বা পরস্পরকে প্রতিস্থাপন করিয়া থাকে—ইহা পূর্বেই আলোচনা করা হইয়াছে। অম্ল, ক্ষার এবং লবণ ঘটিত বিক্রিয়াগুলিতেও উহারা পারস্পরিক তুল্যাংকভারের অনুপাতেই বিক্রিয়া করে।

অম্লের তুল্যাংকভার (Equivalent weight of acids) : ওজনের অনুপাতে যতভাগ ওজনের অম্লের মধ্যে, 1 ভাগ ওজনের প্রতিস্থাপনীয় H থাকে সেই ওজনকে, অম্লের তুল্যাংকভার বলা হয়।

উদাহরণ : HCl অম্লের আণবিক ওজন 36.5 ; এই ওজনের মধ্যে প্রতিস্থাপনীয় H-এর ওজন 1 ; সুতরাং, HCl অম্লের তুল্যাংকভার = 36.5।

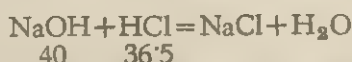
H_2SO_4 অম্লের আণবিক ওজন 98 ; এই ওজনের মধ্যে প্রতিস্থাপনীয় H-এর ওজন 2 ; সুতরাং, H_2SO_4 অম্লের তুল্যাংকভার $98 \div 2$ বা 49।

সংক্ষেপে—

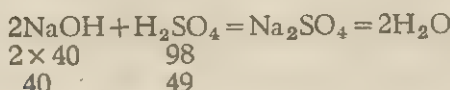
$$\bullet \text{ অম্লের তুল্যাংকভার} = \frac{\text{অম্লের আণবিক ওজন}}{\text{অম্লের ক্ষারগ্রাহিতা}}$$

ক্ষারের তুল্যাংকভার (Equivalent weight of alkalis) : ওজনের অনুপাতে ক্ষারের যে ওজন 1 তুল্যাংকভার ওজনের অম্লের সহিত বিক্রিয়া করে ও প্রশমিত হয়, ক্ষারের ঐ ওজনকে, ক্ষারের তুল্যাংকভার বলা হয়।

উদাহরণ : NaOH ক্ষারটির যে ওজন 36.5 ভাগ HCl-অম্লের, বা 49 ভাগ H₂SO₄-অম্লের সহিত বিক্রিয়া করে, উহা NaOH-এর তুল্যাংকভার। সমীকরণ অনুসারে—



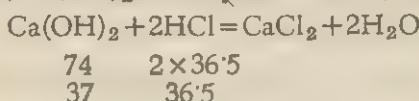
অর্থাৎ, 36.5 ভাগ ওজনের HCl-এর সহিত বিক্রিয়া করে 40 ভাগ ওজনের NaOH



অর্থাৎ, 49 ভাগ ওজনের H₂SO₄-এর সহিত বিক্রিয়া করে, 40 ভাগ ওজনের NaOH.

অতএব সংজ্ঞানুসারে, NaOH-এর তুল্যাংকভার 40।

অনুরূপভাবে, Ca(OH)₂ ক্ষারের তুল্যাংকভার 37; কারণ—



সংক্ষেপে—

$$\bullet \text{ ক্ষারের তুল্যাংকভার} = \frac{\text{ক্ষারের আণবিক ওজন}}{\text{ক্ষারের অন্তর্গাহিতা}}$$

লবণের তুল্যাংকভার (Equivalent weight of salt) : লবণের আণবিক ওজনকে, লবণের এক অণুতে বর্তমান ধাতু পরমাণু বা পরমাণুগুলির মোট যোজ্যতা দ্বারা ভাগ করিয়া যে ওজন পাওয়া যায়, উহাকে লবণের তুল্যাংকভার বলা হয়।

সংক্ষেপে—

$$\bullet \text{ লবণের তুল্যাংকভার} = \frac{\text{লবণের আণবিক ওজন}}{\text{লবণের 1 অণুতে ধাতুর পরমাণু সংখ্যা} \times \text{ধাতুর যোজ্যতা}}$$

উদাহরণ : Na₂CO₃-লবণের আণবিক ওজন 106; ইহার 1 অণুতে ধাতুর মোট পরমাণু সংখ্যা 2; এবং ধাতুটির (Na) যোজ্যতা 1।

$$\therefore \text{Na}_2\text{CO}_3\text{-এর তুল্যাংকভার} = \frac{106}{2} = 53.$$

ব্লু-ভিট্রিয়ল (Blue-vitriol) বা CuSO₄ · 5H₂O-এর তুল্যাংকভার

$$= \frac{\text{আণবিক ওজন}}{\text{ধাতুর পরমাণু সংখ্যা} \times \text{ধাতুর যোজ্যতা}} = \frac{249.5}{1 \times 2} = 124.75$$

অম্ল, ক্ষার ও লবণের তুল্যাংকভারকে গ্রামে প্রকাশ করিলে গ্রাম এককে যে ওজন পাওয়া যায়—উহাকে অম্ল, ক্ষার ও লবণের গ্রাম-তুল্যাংকভার (gram-equivalent weight) বলা হয়।

কয়েকটি গুরুত্বপূর্ণ অম্ল, ক্ষার ও লবণের গ্রাম-তুল্যাংকভার

	শ্রেণী	বৌগ-সংকেত	গ্রাম-তুল্যাংকভার
1	অম্ল	HCl	36.5 গ্রাম
		H ₂ SO ₄	49 গ্রাম
		HNO ₃	63 গ্রাম
2	ক্ষার	NaOH	40 গ্রাম
		KOH	56 গ্রাম
		Ca(OH) ₂	37 গ্রাম
3	লবণ	Na ₂ CO ₃	53 গ্রাম
		NaHCO ₃	84 গ্রাম
		CuSO ₄ .5H ₂ O	124.75 গ্রাম

● যে-কোন অম্লের 1 গ্রাম তুল্যাংকভার, যে-কোন ক্ষারের 1 গ্রাম তুল্যাংকভারের সহিত পূর্ণ বিক্রিয়া বা প্রশমন (neutralisation) করে।

জ্ঞাত বা স্ট্যান্ডার্ড দ্রবণ (Standard Solution)

দ্রাব্য অম্ল, ক্ষার ও লবণগুলি নানা রাসায়নিক পরীক্ষার ক্ষেত্রে জলীয় দ্রবণরূপে ব্যবহৃত হয়। অম্ল, ক্ষার ও লবণের যে দ্রবণগুলিতে কোন নির্দিষ্ট আয়তনের দ্রবণের মধ্যে দ্রবীভূত অম্ল বা ক্ষার বা লবণের মাত্রা বা পরিমাণ জানা থাকে, ঐ দ্রবণকে জ্ঞাত বা স্ট্যান্ডার্ড দ্রবণ বলা হয়। জ্ঞাত বা স্ট্যান্ডার্ড দ্রবণে দ্রবীভূত পদার্থের মাত্রাভেদে, দ্রবণটির শক্তি (strength) স্থচিত হয়।

স্ট্যান্ডার্ড দ্রবণে, দ্রবীভূত পদার্থের মাত্রা প্রকাশের জন্য কয়েকটি পদ্ধতি অনুসরণ করা হয়।

I. শতকরা অনুপাত মাত্রা (Percentage strength) : প্রতি 100 মিলিলিটার (সংক্ষেপে মি. লি. বা ml.) দ্রবণে পদার্থের পরিমাণ গ্রামে হিসাব করিয়া, স্ট্যান্ডার্ড দ্রবণের শক্তি শতকরা মাত্রার (%) পরিমাপ করা হয়।

100 মি. লি. জলে 5 গ্রাম NaOH দ্রবীভূত থাকিলে, স্ট্যান্ডার্ড NaOH দ্রবণটির শক্তি 5%।

1000 মি.লি. জলে 27.5 গ্রাম NaCl দ্রবীভূত থাকিলে, দ্রবণটির শক্তি শতকরা মাত্রায় 2.75%।

II. গ্রাম/লিটার মাত্রা (Strength in grams per litre বা gm/litre) : 1 লিটার বা 1000 মি.সি. (বা 1000 মি.লি.) দ্রবণে, দ্রবীভূত পদার্থের মাত্রা গ্রামে হিসাব করিয়া, স্ট্যাণ্ডার্ড দ্রবণে গ্রাম/লিটার মাত্রায় শক্তি পরিমাপ করা হয়।

কোন HCl দ্রবণের 50 মি.সি.তে দ্রবীভূত HCl-এর মাত্রা 2 গ্রাম ; অর্থাৎ, এই দ্রবণের 1000 মি. সি.তে দ্রবীভূত HCl-এর মাত্রা $\frac{1000 \times 2}{50}$ বা 40 গ্রাম। সুতরাং দ্রবণটির শক্তি, গ্রাম/লিটার অনুপাতে 40 গ্রাম/লিটার।

III. নর্মালিটি মাত্রা (Strength in Normality) : অম্ল, ক্ষার বা লবণের কোন দ্রবণের 1 লিটারে যদি পদার্থটির 1 গ্রাম-তুল্যাংকভার দ্রবীভূত থাকে তাহা হইলে, এই দ্রবণটিকে পদার্থটির 'প্রমাণ বা নর্মাল দ্রবণ' (Normal solution) বলা হয়।

যথা, 1 লিটার H_2SO_4 -দ্রবণে 49 গ্রাম H_2SO_4 দ্রবীভূত থাকিলে উহা H_2SO_4 -এর নর্মাল দ্রবণ।

1 লিটার NaOH দ্রবণে 40 গ্রাম NaOH দ্রবীভূত থাকিলে উহা NaOH-এর নর্মাল দ্রবণ।

নর্মাল দ্রবণকে সংক্ষেপে (N) এই স্বচকে প্রকাশ করা হয়।

যথা, H_2SO_4 -এর নর্মাল দ্রবণ = (N) H_2SO_4

NaOH-এর নর্মাল দ্রবণ = (N) NaOH.

যদি 1 লিটার দ্রবণে, পদার্থের গ্রাম-তুল্যাংকভারের $\frac{1}{2}$ ভাগ দ্রবীভূত থাকে, দ্রবণটিকে 'সেমি-নর্মাল' (Semi-normal) বা (N/2) দ্রবণ বলা হয় ; যদি 1 লিটার দ্রবণে, পদার্থের গ্রাম-তুল্যাংকভারের $\frac{1}{10}$ ভাগ দ্রবীভূত থাকে, দ্রবণটিকে 'ডেসিনর্মাল' (Deci-normal) বা (N/10) দ্রবণ বলা হয় : যদি 1 লিটার দ্রবণে পদার্থের গ্রাম-তুল্যাংকভারের n -অংশ দ্রবীভূত থাকে, দ্রবণটিকে n (N) দ্রবণ বলা হয় ; 'n'-কে এরূপ ক্ষেত্রে—'নর্মালিটি গুণক' (Normality factor) বলা হয়।

উদাহরণ : কোন HCl-এর দ্রবণে, 1 লিটারে 3.65 গ্রাম HCl-দ্রবীভূত আছে। দ্রবণটির নর্মালিটি মাত্রা কত ?

HCl-এর তুল্যাংকভার 36.5। দ্রবণে দ্রবীভূত আছে 3.65 গ্রাম, অর্থাৎ, $\frac{36.5}{10}$ গ্রাম, অর্থাৎ $\frac{1}{10}$ গ্রাম-তুল্যাংকভার।

সুতরাং, দ্রবণটির নর্মালিটি মাত্রা = $\frac{1}{10} \times (N) = (N/10)$

IV. মোলারিটি বা আণবিক মাত্রা (Strength in Molarity) : অম্ল, ক্ষার বা লবণের কোন দ্রবণের 1 লিটারে যদি পদার্থটির 1 গ্রাম-আণবিক ওজন

দ্রবীভূত থাকে, তাহা হইলে ঐ দ্রবণটিকে পদার্থটির আণবিক বা মোলার দ্রবণ (Molar solution) বলা হয়।

যথা : 1 লিটার H_2SO_4 -দ্রবণে, 98-গ্রাম H_2SO_4 (H_2SO_4 -এর গ্রাম-আণবিক ওজন 98) দ্রবীভূত থাকিলে, উহা H_2SO_4 -এর মোলার দ্রবণ। মোলার দ্রবণকে সংক্ষেপে (M) এই হুচকে প্রকাশ করা হয়।

H_2SO_4 -এর মোলার দ্রবণ = (M) H_2SO_4 .

(M) H_2SO_4 -অর্থে লিটারে 98 গ্রাম H_2SO_4 দ্রবীভূত আছে ; বা লিটারে 2×49 গ্রাম H_2SO_4 দ্রবীভূত আছে ; বা লিটারে $2 \times$ গ্রাম-তুল্যাংকভার H_2SO_4 দ্রবীভূত আছে। অতএব, এই দ্রবণটি নর্মালিটি মাত্রায় $\equiv 2(N) H_2SO_4$ ।

যে পদার্থের গ্রাম-তুল্যাংকভার = গ্রাম-আণবিকভার, সেই পদার্থের ক্ষেত্রে (M) দ্রবণ \equiv (N) দ্রবণ। যেমন, HCl, HNO_3 , NaCl ইত্যাদি।

যে পদার্থগুলির ক্ষেত্রে গ্রাম-তুল্যাংকভার ও গ্রাম-আণবিক ভার ভিন্ন, সেগুলির ক্ষেত্রে (M) মাত্রায় প্রকাশিত শক্তি ও (N) মাত্রায় প্রকাশিত শক্তি ভিন্ন হয়। যেমন, H_2SO_4 , H_3PO_4 , Na_2CO_3 , ইত্যাদি।

V. ফর্মালিটি মাত্রা (Strength in Formality) : প্রতি লিটারে 1 গ্রাম-অণু দ্রবীভূত আছে এই অর্থে ‘মোলার দ্রবণ’ শব্দটি ব্যবহৃত হয়। এই অর্থটি কিন্তু কোন কোন দ্রবণের ক্ষেত্রে খাটে না। যেমন, 1 মোলার NaCl দ্রবণ অর্থে, উহার প্রতি লিটারে 1 গ্রাম-অণু NaCl আছে ; কিন্তু, NaCl লবণটি দ্রবণে পূর্ণ বিয়োজিত হইয়া Na^+ আয়ন ও Cl^- আয়নরূপে অবস্থান করে এবং ঐ দ্রবণে বস্তুত কোন NaCl অণুর অস্তিত্বই নাই। এইরূপ ক্ষেত্রে দ্রবণের শক্তি বুঝাইতে, আধুনিক রসায়নে ‘ফর্মালিটি মাত্রা’ (strength in formality) ব্যবহার করা হয়।

দ্রাব্য পদার্থটির আণবিক সংকেত হইতে যে ওজন পাওয়া যায়, গ্রাম এককে দ্রাব্য পদার্থের ঐ ওজন 1000 গ্রাম দ্রাবকে দ্রবীভূত করিয়া যে দ্রবণ পাওয়া যায়, উহাকে ‘ফর্মাল দ্রবণ’ (Formal solution) বলা হয়। ফর্মাল দ্রবণকে সংক্ষেপে (F) এই হুচকে প্রকাশ করা হয়।

উদাহরণ : $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ -এর সংকেত ওজন (formula weight) গ্রাম এককে 249.5 গ্রাম। 249.5 গ্রাম $CuSO_4 \cdot 5H_2O$, 1000 গ্রাম জলে দ্রবীভূত করিয়া যে দ্রবণ পাওয়া যায় উহা $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ -এর (F) দ্রবণ।

VI. মোলালিটি মাত্রা (Molality or Weight-Molar concentration) : আধুনিক রসায়নে দ্রবণের শক্তি প্রকাশ করার জন্য, ঐ মাত্রাটিও বহুল ব্যবহৃত হয়। 1000 গ্রাম দ্রাবকে, দ্রাব্য পদার্থের যে সংখ্যক গ্রাম-অণু দ্রবীভূত থাকে, ঐ মাত্রাকে ‘মোলালিটি মাত্রা’ বলা হয়।

যদি a গ্রাম দ্রাব্য পদার্থ (আণবিক ওজন M), b গ্রাম দ্রাবকে দ্রবীভূত করা হয়,

$$\text{দ্রবণটির মোলালিটি} = \frac{a \times 1000}{M \times b}.$$

দ্রবণের এক শক্তি মাত্রা হইতে অন্য শক্তিমাত্রায় পরিবর্তনের গণনা :
 অল্পমিতি ও ক্ষারমিতির নানা রাসায়নিক গণনার ক্ষেত্রে প্রায়শঃ ব্যবহৃত দ্রবণগুলির
 শক্তি একমাত্রা হইতে অন্যমাত্রায় পরিবর্তন প্রয়োজন হয়। এই আন্তঃপরিবর্তনগুলি
 সহজে গণনা করার কয়েকটি সরল সূত্র নিম্নরূপ :

1. শতকরা মাত্রা হইতে নর্মাল মাত্রা—

$$\text{নর্মাল মাত্রা} = \frac{\text{শতকরা মাত্রা (\%)} \times 10}{\text{দ্রাবের গ্রাম তুল্যাংক}} (N)$$

$$\text{উদাহরণ : } 5\% \text{ NaOH দ্রবণ, নর্মালিটি মাত্রায় } \rightarrow \frac{5 \times 10}{40} (N)$$

$$\text{বিপরীতক্রমে, } 1.2 (N) \text{ NaOH শতকরা মাত্রায় } \rightarrow \frac{1.2 \times 40}{10} \%$$

2. নর্মালিটি মাত্রা হইতে গ্রাম/লিটার—

$$\text{নর্মাল মাত্রা} = \frac{\text{প্রতি লিটারে দ্রাবের গ্রামে ওজন}}{\text{দ্রাবের গ্রাম-তুল্যাংক}} (N)$$

$$\text{উদাহরণ : } 1.2 (N) \text{ HCl } \rightarrow \frac{\text{গ্রাম/লিটার HCl}}{36.5}$$

$$\therefore \text{গ্রাম/লিটার মাত্রায় HCl} \rightarrow 1.2 \times 36.5 \text{ গ্রাম/লিটার}$$

$$\text{আবার, লিটারে 40 গ্রাম HCl আছে এরূপ দ্রবণের নর্মালিটি} = \frac{40}{36.5} (N)$$

3. নর্মালিটি মাত্রা হইতে মোলারিটি মাত্রা—

$$\text{মোলারিটি মাত্রা (M)} = \text{নর্মালিটি মাত্রা (N)} \times \frac{\text{দ্রাবের গ্রাম আণবিক ওজন}}{\text{দ্রাবের গ্রাম-তুল্যাংকভার}}$$

$$\text{উদাহরণ : } 1.2 \text{ M H}_2\text{SO}_4 = \text{কত (N) H}_2\text{SO}_4$$

$$\begin{aligned} 1(M) \text{H}_2\text{SO}_4 &= \frac{\text{H}_2\text{SO}_4 \text{ এর গ্রাম আণবিক ওজন}}{\text{H}_2\text{SO}_4 \text{ এর গ্রাম-তুল্যাংকভার}} (N) \text{H}_2\text{SO}_4 \\ &= \frac{98}{2} (N) \text{H}_2\text{SO}_4 \\ &= 2(N) \text{H}_2\text{SO}_4 \end{aligned}$$

$$\text{বিপরীতক্রমে, } 1(N) \text{H}_2\text{SO}_4 = M/2 \text{H}_2\text{SO}_4$$

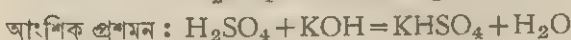
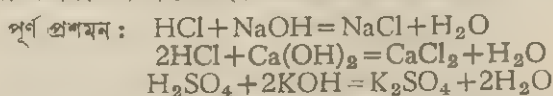
অল্পমিতি ও ক্ষারমিতি (Acidimetry & Alkalimetry)

রসায়নে নানা ক্ষেত্রেই অল্প ও ক্ষারের পরিমাপ প্রয়োজন হইয়া থাকে। এই
 পরিমাপগুলির ক্ষেত্রে, কয়েকটি বিশেষ পরীক্ষা পদ্ধতি অনুসৃত হয় এবং পরীক্ষাফল
 হইতে অল্প বা ক্ষারের অজ্ঞাত শক্তি নিরূপণ করা যায়।

অম্ল ও ক্ষার মাত্রাই পরস্পরের সহিত বিক্রিয়া করিয়া লবণ ও জল উৎপন্ন করে— এই নীতির উপর ভিত্তি করিয়াই জ্ঞাত শক্তির ক্ষারের সাহায্যে অজ্ঞাত শক্তির অম্লের পরিমাপ (অম্লমিতি : acidimetry) এবং জ্ঞাত শক্তি অম্লের সাহায্যে অজ্ঞাতশক্তির ক্ষারের পরিমাপ (ক্ষারমিতি : alkalimetry) করা হইয়া থাকে ।

● **প্রশমন (Neutralisation) :** অম্ল ও ক্ষারের বিক্রিয়ায় লবণ ও জলের উৎপাদন ঘটে এবং পরিণামে অম্ল ও ক্ষার উভয়েরই শ্রেণীবৈশিষ্ট্য লুপ্ত হয় ; এইরূপ বিক্রিয়াকে রসায়নে **প্রশমন (neutralisation)** বলা হয় :

সমীকরণ অনুসারে, অম্ল ও ক্ষারের যথার্থ আন্তর্যাতিক মাত্রা প্রশমনে অংশগ্রহণ করিলে, প্রশমনটি পূর্ণ হয় ; যদি অম্ল বা ক্ষারের পরস্পরের মাত্রা সমীকরণ-নির্দিষ্ট মাত্রা অপেক্ষা কম বা বেশী হয়—প্রশমনটি আংশিক হয় ।



□ **নির্দেশক (Indicator) :** যুহ অম্ল বা যুহ ক্ষার জাতীয় কিছু কিছু বিশেষ শ্রেণীর জৈব যৌগের মধ্যে একটি বিচিত্র ধর্ম লক্ষ্য করা যায় যে—উহারা অম্লের দ্রবণে একপ্রকার বর্ণ ধারণ করে, কিন্তু ক্ষারীয় দ্রবণে অণ্ড বর্ণযুক্ত হয় ; এই শ্রেণীর জৈব যৌগগুলিকে রসায়নে, **সূচক বা নির্দেশক বা ইণ্ডিকেটর (indicator)** বলা হয় ।

কোন দ্রবণ অম্লীয় ও কোন দ্রবণ ক্ষারীয় তাহা বিচার করিতে এবং অম্ল ও ক্ষারের প্রশমন ক্রিয়ায় প্রকৃতি ও মাত্রা অনুসরণ করার জ্ঞান নির্দেশকের সাহায্য অপরিহার্য ।

রসায়নে বিপুল সংখ্যক নির্দেশক ব্যবহৃত হয় । বেশী ব্যবহৃত হয় এমন কয়েকটি নির্দেশকের নাম এবং অম্লীয় ও ক্ষারীয় দ্রবণে উহাদের বর্ণভেদ নিম্নরূপ—

নির্দেশকের নাম	বর্ণ		
	অম্লীয় দ্রবণ	ক্ষারীয় দ্রবণ	প্রশন্ন দ্রবণ
লিটমাস (Litmus)	লাল	নীল	বেগুনী
মিথাইল অরেঞ্জ (Methyl orange)	লাল	হলুদ	কমলা
মিথাইল রেড (Methyl red)	লাল	হলুদ	লাল
ফিনোলপ্‌থ্যালিন (Phenolphthalein)	বর্ণহীন	গোলাপী	বর্ণহীন

যে-কোন নির্দেশক যে-কোন টাইট্রেশনে ব্যবহার্য নয়। নির্দেশকের নির্বাচন, অর্থাৎ কোন নির্দেশক কোন টাইট্রেশনের পক্ষে উপযোগী তাহা অম্ল ও ক্ষারের প্রকৃতির উপর (এবং উৎপন্ন লবণের আদ্রবিশ্লেষতার উপর) নির্ভর করে। অম্ল ও ক্ষারের প্রকৃতি ভেদে টাইট্রেশনে সাধারণভাবে নির্বাচিত কয়েকটি নির্দেশকের ব্যবহার নিম্নরূপ।

টাইট্রেশনে		টাইট্রেশনের উদাহরণ	নির্বাচিত নির্দেশক
অম্লের প্রকৃতি	ক্ষারের প্রকৃতি		
তীব্র	তীব্র	HCl , NaOH	লিটমাস বা অথবা যে কোন নির্দেশক।
তীব্র	মৃদু	H_2SO_4 / NH_4OH	মিথাইল রেড বা মিথাইল অরেঞ্জ।
মৃদু	তীব্র	CH_3OOH / NaOH	ফিনোলপ্‌থ্যালিন।
মৃদু	মৃদু	CH_3COOH / NH_4OH	কোন নির্দেশকই উপযোগী নয়।

টাইট্রেশনের পরীক্ষা ও কয়েকটি সূত্র :

● নির্দেশক যোগে, অম্ল ও ক্ষারের প্রশমনের যে পরীক্ষা দ্বারা অম্ল ও ক্ষারের পরিমাপ করা হয়, সেই পরীক্ষা-প্রণালীকে—টাইট্রেশন (Titration) বলা হয়।

টাইট্রেশনে জ্ঞাতশক্তির অম্ল যোগে অজ্ঞাতশক্তি ক্ষারের এবং জ্ঞাতশক্তির ক্ষারযোগে অজ্ঞাতশক্তির অম্লের পরিমাপ করা যায়। টাইট্রেশনে, নির্দেশকের সাহায্যে উভয় দ্রবণ আয়তনিক কোন অল্পপাতে পরস্পরকে প্রশমিত করে তাহা পরীক্ষাযোগে নির্ধারণ করিয়া অম্ল ও ক্ষারের শক্তি নিরূপিত হয়। আয়তনভিত্তিক এই পরিমাপ পদ্ধতিকে রসায়নে, 'আয়তনমাত্রিক বিশ্লেষণ' (volumetric analysis) বলা হয়।

আয়তনমাত্রিক বিশ্লেষণে, অম্ল ও ক্ষারের শক্তি পরিমাপের মূলভিত্তিকে একটি সূত্র দ্বারা প্রকাশ করা যায় :

● নর্মালিটি মাত্রায় অম্ল ও ক্ষার উভয়ের শক্তি একই হইলে, উহার সম-আয়তনে পরস্পরকে প্রশমিত করে।

অর্থাৎ (i) $(N/10)$ শক্তির যে কোন অম্লের v সি.সি.-কে প্রশমিত করিতে—
 $(N/10)$ " " " ক্ষারের v সি.সি. লাগে।

- (ii) $(N/2)$ শক্তির যে কোন অম্লের x সি. সি.-কে প্রশমিত করিতে
 $(N/2)$ " " " ক্ষারের x সি. সি. লাগে।
 (iii) (N) " " " অম্লের y সি. সি. কে প্রশমিত করিতে
 (N) " " " ক্ষারের y সি. সি. লাগে।

□ নর্মালিটি-গুণক (Normality factor) :

অনেকক্ষেত্রে প্রকৃত পরীক্ষায় একটি বিশেষ নর্মালিটি মাত্রার দ্রবণ (N , $N/2$, $N/10$ ইত্যাদি) প্রস্তুত করা সহজসাধ্য হয় না। যেমন, ধরা যাক—সোডিয়াম কার্বনেটের একটি $(N/10)$ শক্তির 250 সি. সি. দ্রবণ প্রস্তুত করিতে হইবে। এক্ষেত্রে Na_2CO_3 যৌগটির তুল্যাংকভার 53 এবং গ্রাম-তুল্যাংকভার 53 গ্রাম।

1000 সি. সি. (N) Na_2CO_3 দ্রবণ প্রস্তুত করিতে লাগে 53 গ্রাম Na_2CO_3

1000 সি. সি. $(N/10)$ " " " " " $\frac{53}{10}$ গ্রাম "

অতএব 250 সি. সি. $(N/10)$ Na_2CO_3 দ্রবণ প্রস্তুত করিতে লাগে $\frac{53}{10} \times \frac{250}{1000}$ বা 1.3250 গ্রাম Na_2CO_3 ।

অর্থাৎ, 1.3250 গ্রাম Na_2CO_3 ওজন করিয়া একটি 250 সি. সি. মাপক ফ্লাস্কে ঠিক 250 সি. সি. জল দ্বারা দ্রবীভূত করিলে যথার্থ, $(N/10)$ শক্তির 250 সি. সি. Na_2CO_3 পাওয়া যাইবে।

ধরা যাক, কোন পরীক্ষার প্রয়োজনীয় 1.3250 গ্রাম Na_2CO_3 ওজন করিতে গিয়া ওজনটি সামান্য কম, যেমন 1.3028 গ্রাম লওয়া হইল; এই ওজনকে পূর্বের 250 সি. সি. জলে দ্রবীভূত করিলে, এই দ্রবণটির যথার্থ শক্তি কত হইবে?

এই শক্তি, সরল গণনার দ্বারা নিরূপণ করা যায়,—

1.3250 গ্রাম 250 সি. সি.-তে দ্রবীভূত করিলে শক্তি হয় $1 \left(\frac{N}{10} \right)$

∴ 1.3028 গ্রাম " " " " $\frac{1.3028(N)}{1.3250(10)}$

বা, 0.9833 $(N/10)$

বা $f * \left(\frac{N}{10} \right)$

সংক্ষেপে, নর্মালিটি-গুণক

পরীক্ষাকালে পদার্থের গ্রাম-তুল্যাংকভারের কাছাকাছি যে ওজন প্রকৃতই লওয়া হইবাচে
 পদার্থের গ্রাম-তুল্যাংকভার অনুযায়ী যে ওজন লওয়া প্রয়োজন ছিল

উদাহরণ : কোন অক্স্যালিক অ্যাসিডের (oxalic acid) 250 সি. সি. দ্রবণে, এই অ্যাসিডের 1.6275 গ্রাম দ্রবীভূত আছে। দ্রবণটির নর্মালিটি-গুণক কত?
 [অক্স্যালিক অ্যাসিডের তুল্যাংকভার 63]

* এই f ভগ্নাংশটিকে 'নর্মালিটি-গুণক' বলা হয়।

অক্জ্যালিক অ্যাসিডের গ্রাম-তুল্যাংকভার = 63 গ্রাম

অর্থাৎ, 63 গ্রাম অক্জ্যালিক অ্যাসিড, 1000 সি. সি. দ্রবণে থাকিলে দ্রবণটি (N) হয়।

এখন, প্রদত্ত দ্রবণের প্রতি 250 সি. সি. দ্রবণে 1.6275 গ্রাম অক্জ্যালিক অ্যাসিড আছে।

বা " " " 1000 সি. সি. " 1.6275 × 4 গ্রাম " আছে।

$$\text{সুতরাং দ্রবণটির নর্মালিটি-গুণক} = \frac{1.6275 \times 4}{63} (N) = 0.1033 (N)$$

অন্যভাবেও এই গণনাটি করা যায়—

1000 সি. সি. দ্রবণে 63 গ্রাম অক্জ্যালিক অ্যাসিড থাকিলে দ্রবণটি (N) হয়।

বা 250 সি. সি. " $\frac{63}{4}$ গ্রাম " " " " " "

সুতরাং (N) দ্রবণ হইতে গেলে, গ্রাম-তুল্যাংকভার অনুযায়ী 250 সি. সি. দ্রবণে অক্জ্যালিক অ্যাসিডের ওজন থাকা উচিত $\frac{63}{4} = 15.750$ গ্রাম।

প্রদত্ত 250 সি. সি. দ্রবণে অক্জ্যালিক অ্যাসিডের প্রকৃত ওজন আছে 1.6275 গ্রাম।

$$\therefore \text{নর্মালিটি-গুণক} = \frac{1.6275}{15.750} (N) \\ = 0.1033 (N)$$

● নর্মালিটি-গুণক সংক্রান্ত একটি সূত্র অল্পমিতি-ক্ষারমিতিতে বিশেষ গুরুত্বপূর্ণ।
সূত্রটি হইল—

$$f(N) \text{ শক্তির যে কোন অল্প বা ক্ষার দ্রবণের } V \text{ সি. সি.} \\ \equiv (N) \text{ শক্তির ঐ অল্প বা ক্ষার দ্রবণের } V \times f \text{ সি. সি.}$$

$$\text{উদাহরণ : } 25 \text{ সি. সি. } 1.25 (N/10) \text{ H}_2\text{SO}_4 \text{ দ্রবণ} \\ \equiv 25 \times 1.25 \text{ সি. সি. } (N/10) \text{ H}_2\text{SO}_4 \text{ দ্রবণ} \\ \equiv 31.25 \text{ সি. সি. } (N/10) \text{ H}_2\text{SO}_4 \text{ দ্রবণ}$$

[এই সূত্রটির সত্যতা যাচাই করিয়া দেখা যায়,—

$$(i) \text{ 25 সি. সি. } 1.25 (N/10) \text{ H}_2\text{SO}_4 \text{ দ্রবণে কত গ্রাম H}_2\text{SO}_4 \text{ থাকে ?} \\ 1000 \text{ সি. সি. } (N/10) \text{ H}_2\text{SO}_4 \text{ দ্রবণে থাকে } \frac{98}{10} \text{ গ্রাম H}_2\text{SO}_4$$

$$\text{অতএব } 1000 \text{ সি. সি. } 1.25 (N/10) \text{ H}_2\text{SO}_4 \text{ দ্রবণে থাকে} \\ 1.25 \times \frac{98}{10} \text{ গ্রাম H}_2\text{SO}_4$$

$$\therefore 25 \text{ সি. সি. } 1.25 (N/10) \text{ H}_2\text{SO}_4 \text{ দ্রবণে থাকে} \\ 1.25 \times \frac{98}{10} \times \frac{25}{1000} \text{ গ্রাম H}_2\text{SO}_4$$

(ii) 25×1.25 বা 31.25 সি. সি. H_2SO_4 দ্রবণে কত গ্রাম H_2SO_4 থাকে ?
 1000 সি. সি. (N/10) H_2SO_4 দ্রবণে থাকে $\frac{49}{10}$ গ্রাম H_2SO_4 .

$\therefore 25 \times 1.25$ বা 31.25 সি. সি. (N/10) H_2SO_4 দ্রবণে

থাকে $\frac{49}{10} \times \frac{25 \times 1.25}{1000}$ গ্রাম H_2SO_4 .

অর্থাৎ, (i) এবং (ii) উভয় ক্ষেত্রেই H_2SO_4 -এর পরিমাণ সমান।

অতএব পূর্বোক্ত সূত্রটি সত্য।]

● অম্ল ও ক্ষার উভয়ের শক্তি যদি ভিন্ন হয়, (কিন্তু শক্তির মাত্রা উভয় দ্রবণেরই যদি নর্মালিটি মাত্রায় বিবেচনা করা হয়) তাহা হইলে উহার যো আয়তনে পরস্পরকে প্রশমিত করে, তাহা একটি অনুপাত অনুসরণ করে। অনুপাতটিকে নিম্নোক্ত সরল সূত্রাকারে প্রকাশ করা হয়।

$$V_1 S_1 = V_2 S_2$$

সূত্রে—,

V_1 = প্রশমন কালে অম্লের ব্যবহৃত আয়তন (সি. সি.);

S_1 = অম্লের শক্তি (নর্মালিটি মাত্রায়);

V_2 = প্রশমন কালে ক্ষারের ব্যবহৃত আয়তন (সি. সি.)

S_2 = ক্ষারের শক্তি (নর্মালিটি মাত্রায়)।

উপরোক্ত সূত্রটি চারিটি রাশিযুক্ত (V_1, S_1, V_2, S_2); ইহাদের মধ্যে যে কোন তিনটি জানা থাকিলে, চতুর্থটি গণনা করা যায়। সেই কারণে, এই সূত্রটি অম্লমিতি-ক্ষারমিতির নানা গণনায় বিশেষ সহায়ক।

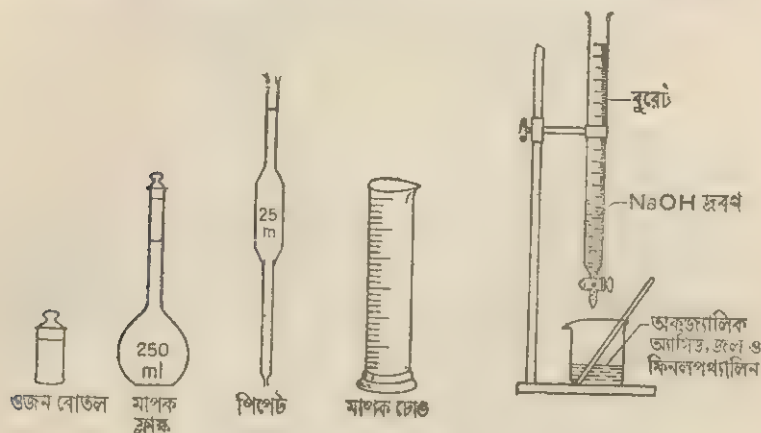
□ টাইট্রেশন পরীক্ষা ও পূর্বোক্ত সূত্রের প্রয়োগ :

ধরা যাক, একটি আনুমানিক (N/10) NaOH দ্রবণের সঠিক শক্তি নিরূপণ করিতে হইবে।

প্রথম স্তরে—এই নিরূপণের জন্য একটি জাত শক্তির অম্ল দ্রবণ প্রয়োজন।

একটি নির্দিষ্ট আয়তনের মাপক-ফ্লাস্ক (measuring flask) (ধরা যাক 250 সি. সি. আয়তনের ফ্লাস্ক) লইয়া ইহার মুখে একটি ফানেল লাগানো হইল। একটি ওজন-বোতলে (weighing bottle) কিছু বিশুদ্ধ অক্জ্যালিক অ্যাসিড লইয়া ওজন করা হইল। পরে, 250 সি. সি. (N/10) দ্রবণ করিতে যত গ্রাম ওজন লাগে তাহা অক্জ্যালিক অ্যাসিডের তুল্যাংকভার হইতে গণনা করিয়া ঐ পরিমাণ (বা উহার কাছাকাছি ওজনের) অক্জ্যালিক অ্যাসিড ওজন-বোতল হইতে ফানেলের উপর সাবধানে ঢালা হইল, এবং ওজন বোতলটির আবার ওজন লওয়া হইল। দুইটি ওজনের পার্থক্য হইতে—গৃহীত অক্জ্যালিক অ্যাসিডের পরিমাণ জানা যাইবে।

এখন ফানেলের উপর জল ঢালিলে সবটুকু অকজ্যালিক অ্যাসিড দ্রবীভূত হইয়া ফ্লাস্কে সংগৃহীত হইবে। ফানেলটিকে তুলিয়া লইবার পর আরও জল যোগ করিয়া, দ্রবণটিকে



চিত্র নং ৪.১

ঠিক নির্দিষ্ট মাপ 250 সি. সি. করা হইল ও পরে ছিপিবদ্ধ করিয়া ঝাঁকাইয়া নমসস্ক করা হইল।

দ্বিতীয় স্তরে—প্রস্তুত করা জাত শক্তির অকজ্যালিক অ্যাসিড যোগে অজ্ঞাত-শক্তি NaOH দ্রবণের, নির্দেশকের উপস্থিতিতে প্রশমন এবং প্রশমনকালে উভয়ের আরতনগুলির নিরূপণ।

ইহার জন্য, একটি বীকার লওয়া হইল এবং পিপেট (pipette) নলের (ধরা যাক, 25 সি. সি. আয়তনের পিপেট) সাহায্যে, অকজ্যালিক অ্যাসিডের দ্রবণের 25 সি. সি. টানিয়া লইয়া বীকারে রাখা হইল। বীকারে দুই-তিন বিন্দু ফিনোলপথ্যালিন নির্দেশকের আলকোহলীয় দ্রবণ যুক্ত করা হইল। দ্রবণটি বর্ণহীন থাকিবে, কারণ অম্লীয় দ্রবণে ফিনোলপথ্যালিন বর্ণহীন থাকে। এখন একটি (burette) নল, নির্ণেয় NaOH দ্রবণে পূর্ণ করা হইল এবং টাইট্রেশন শুরু করার আগে বুরেটে দ্রবণতল বুরেট গাত্রে অংকিত স্কেলের যে অংকে আছে [সাধারণতঃ শূন্য (0) অংশে রাখা হয়] তাহা লিপিবদ্ধ করা হইল ও বুরেটটিকে একটি স্ট্যাণ্ডের সহিত আটকানো হইল। ইহার পর, বুরেটের নীচে নির্দেশকযুক্ত অম্ল দ্রবণের বীকারটিকে রাখিয়া বুরেটের চাবিটি (stopcock) সতর্কভাবে খুলিয়া বিন্দু বিন্দু NaOH-দ্রবণ বীকারের দ্রবণে পড়িতে দেওয়া হইল এবং প্রতিবিন্দু NaOH-দ্রবণ যোগ করার পর বীকারের মিশ্রণটিকে কাচদণ্ডের সাহায্যে উত্তম-রূপে মিশ্রিত করা হইতে লাগিল। কোন বিন্দু NaOH-দ্রবণ যোগ করার পর বীকারের দ্রবণে কোন স্থায়ী বর্ণের উদ্ভব ঘটিতেছে কিনা লক্ষ্য করা প্রয়োজন। দেখা যাইবে একটি স্তরে

বুরেট হইতে পতিত NaOH -দ্রবণের একটি বিন্দু, বৌকারের দ্রবণের বর্ণ স্থায়ী গোলাপী করিয়া দিয়াছে। এই অবস্থাটিই অম্ল ও ক্ষারের উভয়ের প্রশমিত অবস্থা। এই অবস্থায় বুরেটের চাবী বন্ধ করিয়া, আবার বুরেটগাত্র সংলগ্ন স্কেল হইতে বুরেটের NaOH -এর দ্রবণ-তল নিষ্পিবদ্ধ করা হইল। আদি ও অন্তে বুরেটের দ্রবণ-তলের পার্থক্য হইতে,—বুরেট হইতে NaOH দ্রবণের কি আয়তন প্রশমনে ব্যবহৃত হইয়াছে তাহা জানা যায়।

তৃতীয় স্তরে—প্রশমনে ব্যবহৃত উভয় দ্রবণের আয়তন হইতে NaOH দ্রবণের অজ্ঞাত শক্তির মাত্রা, সূত্রযোগে গণনা।

ইহা নিম্নোক্তভাবে গণনার সাহায্যে করা যায়,—ধরা যাক, ব্যবহৃত অক্স্যালিক অ্যাসিডের শক্তি ছিল— 1.02 (N/10)

অক্স্যালিক অ্যাসিডের আয়তন ছিল (পিপেটের পাঠ হইতে)— 25 সি.সি.

ব্যবহৃত NaOH দ্রবণের আয়তন (বুরেটের পাঠ হইতে)— 22.20 সি. সি.

ব্যবহৃত NaOH দ্রবণের শক্তি = অজ্ঞাত = $x \text{ (N/10)}$

হত্র হইতে : $V_1 S_1 \times V_2 S_2$

$$25 \times 1.02 \text{ (N/10)} = 22.2 \times x \text{ (N/10)}$$

$$\therefore x = \frac{25 \times 1.02}{22.2} \text{ (N/10)}$$

$$= 1.15 \text{ (N/10) (প্রায়)}$$

গাণিতিক উদাহরণ

(1) নিম্নলিখিত দ্রবণগুলির শক্তি নর্মালিটি-মাত্রায় নির্ণয় কর :

(i) লিটারে 5 গ্রাম আছে এমন NaOH -দ্রবণ ;

(ii) 500 সি. সিতে 7 গ্রাম আছে এমন H_2SO_4 -দ্রবণ

(iii) 800 সি. সি.-তে 3.65 গ্রাম আছে এমন HCl -দ্রবণ ;

(i) NaOH -এর গ্রাম তুল্যাকতার—40 গ্রাম

1 লিটারে 40 গ্রাম NaOH থাকিলে, শক্তি হয় 1 (N) NaOH

$$\therefore \text{ " } 5 \text{ " " " " " } \frac{5}{40} \text{ (N) NaOH}$$

অর্থাৎ, NaOH -দ্রবণের শক্তি নর্মালিটি মাত্রায় $\frac{5}{40} \text{ (N)}$

$$= 0.125 \text{ (N)}$$

(ii) H_2SO_4 -এর গ্রাম তুল্যাকতার—49 গ্রাম

500 সি. সিতে H_2SO_4 আছে 7 গ্রাম।

$$\therefore 1000 \text{ সি. সিতে " " } 7 \times 2 = 14 \text{ গ্রাম}$$

1 লিটারে 49 গ্রাম H_2SO_4 -থাকিলে শক্তি হয় 1 (N) H_2SO_4

∴ " 14 " " " $\frac{14}{49}$ (N) H_2SO_4

অর্থাৎ, H_2SO_4 -দ্রবণের শক্তি নর্মালিটি মাত্রায় $= \frac{14}{49}$ (N)

$$= 0.2857 \text{ (N)}$$

(iii) HCl-এর গ্রাম তুল্যাকভার—36.5 গ্রাম

800 সি. সি.তে HCl-আছে 3.65 গ্রাম

∴ 1000 সি. সি.তে HCl-আছে $\frac{1000 \times 3.65}{800}$ গ্রাম

1 লিটারে 36.5 গ্রাম HCl-থাকিলে শক্তি হয় 1 (N) HCl

∴ " " $\frac{1000 \times 36.5}{800}$ " " " $\frac{1000 \times 3.65}{800 \times 36.5}$ (N) HCl

HCl-দ্রবণের শক্তি নর্মালিটি মাত্রায় $= \frac{1000 \times 3.65}{800 \times 36.5}$ (N)

$$= 0.125 \text{ (N)}$$

(2) কোন H_2SO_4 -দ্রবণের 25 সি. সি.-কে প্রশমিত করিতে 20 সি. সি. (N/10) NaOH লাগে ; H_2SO_4 -দ্রবণের শক্তি (i) নর্মালিটি মাত্রায় ও (ii) গ্রাম/লিটার মাত্রায় নির্ণয় কর।

$$\text{প্রশমন সূত্রানুসারে, } V_1 S_1 = V_2 S_2$$

$$\text{প্রদত্ত সমস্তানুসারে } V_1 = 20 \text{ সি. সি. } S_1 = 1 \text{ (N/10)}$$

$$V_2 = 25 \text{ সি. সি. } S_2 = x \text{ (N/10)}$$

$$\therefore 20 \times 1 \text{ (N/10)} = 25 \times x \text{ (N/10)}$$

$$x = \frac{20}{25} \text{ (N/10)} = \frac{2}{5} \times \frac{1}{10} \text{ (N)}$$

$$= 0.08 \text{ (N)}$$

অতএব, প্রদত্ত H_2SO_4 -দ্রবণের শক্তি (নর্মালিটি মাত্রায়) $= 0.08$

আবার 1 লিটার (N) H_2SO_4 -দ্রবণে, H_2SO_4 থাকে 49 গ্রাম

" " 0.08 (N) " " " (49 × 0.8) বা 3.92 গ্রাম

অতএব, প্রদত্ত H_2SO_4 দ্রবণের শক্তি, গ্রাম/লিটার মাত্রায়

$$= 3.92 \text{ গ্রাম/লিটার}$$

(3) 13% H_2SO_4 দ্রবণ (প্রতি 100 মি. লি. দ্রবণে 13 গ্রাম H_2SO_4) এর মাত্রা মোলারিটি ও মোলালিটিতে প্রকাশ কর। ইহার ঘনত্ব 1.020 গ্রাম/মি. লি. , এই H_2SO_4 এর 100 মি. লি. লইয়া কত আয়তন পর্যন্ত লঘু করিলে উহার মাত্রা 1.5 (N) হইবে ?

[I. I. T. 1978]

$$H_2SO_4 \text{ এর আণবিক ওজন} = 98$$

প্রতি 1000 মি.লি. দ্রবণে 98 গ্রাম H_2SO_4 থাকিলে দ্রবণটি 1 মোলার বা 1(M)
 100 " " " 9.8 " " " " " 1(M)
 \therefore " " " 13 " " " " $\frac{13}{9.8}$ বা 1.327(M)

আবার H_2SO_4 দ্রবণের ঘনত্ব = 1.020 গ্রাম/মি.লি.

\therefore 100 মি.লি. H_2SO_4 দ্রবণের ওজন = 1.020×100 বা 102.0 গ্রাম

কিন্তু 100 " " " দ্রবণে, H_2SO_4 এর পরিমাণ = 13 গ্রাম

অতএব " " " " জলের পরিমাণ = $(102 - 13)$ বা 89 গ্রাম

অর্থাৎ, প্রতি 89 গ্রাম জলে 13 গ্রাম H_2SO_4 থাকে

অতএব " 1000 " " $\frac{1000 \times 13}{89}$ " " "

প্রতি 1000 গ্রাম জলে, 98 গ্রাম H_2SO_4 থাকিলে দ্রবণটি 1 মোলার

অতএব " " " " $\frac{1000 \times 13}{89}$ " " " " $\frac{1000 \times 13}{89 \times 98}$

বা 1.49 মোলার

H_2SO_4 দ্রবণের শক্তি মোলার মাত্রায় 1.327 (M)

অতএব " " " " নর্মালিটি " = 2×1.327 (N)

100 মি.লি. 2×1.327 (N) H_2SO_4 কে লব্ধ করিয়া 1.5 (N) কবিত্তে চটবে।

ধরা যাক লব্ধকরণের পর আয়তন চটবে x মি. লি.

$$V_1 = 100 \text{ মি. লি.} \quad V_2 = x \text{ মি. লি.}$$

$$S_1 = 2 \times 1.327 \text{ (N)} \quad S_2 = 1.5 \text{ (N)}$$

$$\text{অতএব } 100 \times 2 \times 1.327 \text{ (N)} = x \times 1.5 \text{ (N)}$$

$$x = \frac{100 \times 2 \times 1.327}{1.5} = 177 \text{ মি. লি. (প্রায়)}$$

অতএব 100 মি.লি. H_2SO_4 এর সহিত (177 - 100) বা 77 মি.লি. জল যোগ করিয়া, 177 মি.লি. পর্যন্ত আয়তন লব্ধ কবিত্তে চটবে।

(4) 21.2 সি. সি. 3% Na_2CO_3 দ্রবণকে প্রশমিত কবিত্তে কোনো H_2SO_4 দ্রবণের 20 সি. সি. লাগে। H_2SO_4 দ্রবণটির শক্তি কত? এই শক্তিকে কিক্রমে সঠিক (N/10) শক্তিতে পরিণত করা যাইবে?

Na_2CO_3 -এর গ্রাম-তুল্যাকতার 53 গ্রাম

100 সি. সি. Na_2CO_3 দ্রবণে, Na_2CO_3 আছে 3 গ্রাম

\therefore 1000 সি. সি. " " " " 3×10 বা 30 গ্রাম

অতরাং দ্রবণটির নর্মালিটিতে শক্তি = 3.33 (N)

প্রশমন সূত্রানুসারে, $V_1 S_1 = V_2 S_2$

এক্ষেত্রে $V_1 = 21.2$ মি. সি. $S_1 = \frac{30}{53}$ (N)

$V_2 = 20$ মি. সি. $S_2 = x$ (N)

$\therefore 21.2 \times \frac{30}{53}$ (N) $= 20 \times x$ (N)

$$x = \frac{21.2 \times 30}{20 \times 53} \text{ (N)}$$

$$\approx 0.6 \text{ (N)} \text{ (প্রায়)} \approx 0.6 \times 10 \text{ (N/10)} \text{ (প্রায়)}$$

$$\approx 6 \text{ (N/10)} \text{ (প্রায়)}$$

অতএব H_2SO_4 দ্রবণটির শক্তি 0.6(N) বা 6 (N/10)

এখন 20 মি. সি. (6N/10) দ্রবণ $\approx 20 \times 6$ মি. সি. (N/10) দ্রবণ

$$\approx 120 \text{ মি. সি. (N/10) দ্রবণ}$$

অর্থাৎ 20 মি. সি. 6(N/10) দ্রবণে যে পরিমাণ H_2SO_4 থাকে, 120 মি. সি. (N/10) দ্রবণে সেই পরিমাণই H_2SO_4 থাকে।

সুতরাং 20 মি. সি. 6(N/10) দ্রবণে (120 - 20) বা 100 মি. সি. জল যোগ করিলে, উহা 120 মি. সি. (N/10) দ্রবণে পরিণত হইবে।

অন্যভাবে বলা যায়, দ্রবণটির শক্তি 6(N/10) বা, ইহা (N/10) দ্রবণ অপেক্ষা 6 গুণ শক্তিশালী; ইহাকে (N/10) করিতে হইলে 6 গুণ লঘুকরণ (dilution) প্রয়োজন।

দ্রবণটির 6 গুণ লঘুকরণ অর্থে দ্রবণটির 1 আয়তনকে জল যোগে 6 আয়তন করা, অর্থাৎ প্রতি এক আয়তনে (6 - 1) বা 5 আয়তন জল যোগ করিয়া মোট 6 আয়তন করা।

অতএব 20 মি. সি. দ্রবণে জল যোগ করিতে হইবে 20×5 বা 100 মি. সি।

□ লঘুকরণ : আলোচনা : অধিক গাঢ় কোনো অম্ল বা ক্ষার দ্রবণকে লঘুতর মাত্রার অল্প দ্রবণে পরিণত করিতে হইলে জল যোগ করিতে হয় বা লঘুকরণ (dilution) করিতে হয়।

এই লঘুকরণ ঘটিত গাণিতিক সমস্তার, সরল সমাধান—গাঢ় দ্রবণটির শক্তি, লঘু দ্রবণটির অপেক্ষা যত গুণনীয়ক পরিমাণে গাঢ়, তত গুণনীয়কে উহাকে লঘুকরণ।

একটি 1.8 (N) দ্রবণকে, 1 (N) দ্রবণে পরিণত করিতে হইলে—দ্রবণটিকে 1.8 গুণ লঘুকরণ প্রয়োজন।

অর্থাৎ 10 মি.সি. দ্রবণকে জল যোগ করিয়া 1.8×10

বা 18 মি.সি.তে পরিবর্তন প্রয়োজন

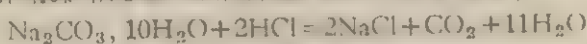
অর্থাৎ, 10 মি.সি. দ্রবণের সহিত (18 - 10) বা 8 মি.সি. জল যোগ করা প্রয়োজন

অনুরূপ ভাবে 100 সি.সি. দ্রবণকে, তল যোগ করিয়া 100×1.8

বা 180 সি.সি. তে পরিবর্তন প্রয়োজন

অর্থাৎ 100 সি.সি. দ্রবণের সহিত, $(180 - 100)$ বা 80 সি.সি. তল যোগ করা প্রয়োজন।

(5) 10 গ্রাম সোডা কেলাস ($\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) একটি HCl দ্রবণের 50 সি.সি. প্রশমিত করে। এটো আর্সিডের নমুনা লবণ পদ্ধতি করিতে হইলে কত সি.সি. আর্সিডের সহিত তল মিশাইয়া এক লিটার করিতে হইবে?



286 গ্রাম

2×36.5 গ্রাম

2000 সি.সি. (N)

286 গ্রাম সোডা কেলাস 2000 সি.সি. (N) HCl কে প্রশমিত করে

অতএব 10 " " " $\frac{2000 \times 10}{286}$ বা 69.93 সি.সি. (N) HCl কে

প্রশমিত করে

‘ক’র, প্রশমিত HCl এর আয়তন = 50 সি.সি.

$V_1 = 69.93$ সি.সি.

$V_2 = 50$ সি.সি.

$S_1 = 1$ (N)

$S_2 = x$ (N)

অতএব, 69.93×1 (N) = $50 \times x$ (N)

$$\therefore x = \frac{69.93}{50} \text{ বা } 1.3986 \text{ (N)}$$

যেহেতু HCl দ্রবণটি (N) তলকে 1.3986 তল তৈরী, উহার (N) করিতে হইবে 1.3986 তল অনুকরণ করিতে হইবে।

অর্থাৎ 100 সি.সি. আর্সিড দ্রবণকে 100×1.3986 বা 139.86 সি.সি. করিতে হইবে।

অনুরূপ 139.86 সি.সি. (N) দ্রবণ পদ্ধতি করিতে 100 সি.সি. আর্সিড প্রয়োজন

অতএব, 1000 " (N) " " " $\frac{1000 \times 100}{139.86}$ " " "

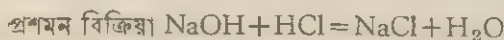
বা 715 সি.সি. " "

□ দ্রবণের সহিত ওজন বা আয়তনমাত্রিক হিষ্টিতে প্রশমন :
আলোচনা :

অনেক ক্ষেত্রে অধিনিষ্কারমিত্রিত প্রশমনের ক্ষেত্রে বিচ্ছিন্নকৃত্যের কোনো কোনোটি দ্রবণরূপে কিম্বা বা কঠিন বা প্রাথমিকরূপে বা অন্যরূপে অংশগ্রহণ করিতে পারে। এরূপ ক্ষেত্রে—পূর্বে আলোচিত কোন ও আয়তন মাত্রার প্রশনার ক্ষেত্রে যে দ্রবণগুলি ব্যবহৃত হইয়াছে ঐগুলির প্রত্যেক করিয়া অধিনিষ্কারমিত্রিত গণনা করা হয়।

(6) লিটার প্রতি 4.74 গ্রাম NaOH দ্রবীভূত করিয়া একটি দ্রবণ প্রস্তুত করা হইল। ঐ ক্ষার দ্রবণের 60 সি.সি.কে প্রশমিত করিতে N.T.P.'তে কত আয়তন HCl-গ্যাস প্রয়োজন? [ক. বি. মাধ্যমিক]

$$\text{NaOH দ্রবণটির ঘনত্ব} = \frac{4.74}{40}(\text{N}) \quad [\because \text{NaOH এর গ্রাম-তুল্যাংক} = 40 \text{ গ্রাম}]$$



$$40 \text{ গ্রাম} \quad 36.5 \text{ গ্রাম}$$

$$1000 \text{ সি. সি. (N)} \quad 22.4 \text{ লিটার (N.T.P.)}$$

$$60 \text{ সি.সি. } \frac{4.74}{40} (\text{N}) \text{ NaOH দ্রবণ} \equiv \frac{60 \times 4.74}{40} \text{ সি.সি. (N) NaOH দ্রবণ}$$

সমীকরণ হইতে 1000 সি. সি. (N) NaOH দ্রবণকে প্রশমিত করে
22.4 লিটার HCl-গ্যাস (N.T.P.'তে)

$$\therefore \frac{60 \times 4.74}{40} \text{ সি.সি. (N) NaOH দ্রবণকে প্রশমিত করিবে}$$

$$\frac{60 \times 4.74 \times 22.4}{40 \times 1000} \text{ লিটার HCl-গ্যাস (N.T.P.'তে)}$$

$$\text{বা } 0.15926 \text{ লিটার HCl-গ্যাস (N.T.P.'তে)।}$$

(7) 30°C ও 0.90 বায়ুচাপে 2 লিটার NH₃ গ্যাস 134 মি. লি. H₂SO₄ দ্রবণকে প্রশমিত করিতে পারে। অ্যাসিডের মাত্রা নর্মালিটিতে নির্ণয় কর।

[I. I. T. 1978]

ধরা যাক, প্রদত্ত NH₃-গ্যাসের N.T.P.'তে আয়তন = x লিটার

$$P_1 = 0.90 \text{ বায়ুচাপ}$$

$$P_2 = 1 \text{ বায়ুচাপ}$$

$$V_1 = 2 \text{ লিটার}$$

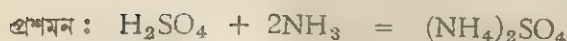
$$V_2 = x \text{ লিটার}$$

$$T_1 = (273 + 30) \text{ A}$$

$$T_2 = 273 \text{ A.}$$

$$\frac{0.90 \times 2}{303} = \frac{1 \times x}{273}$$

$$\therefore x = \frac{0.90 \times 2 \times 273}{303} = 1.622 \text{ লিটার}$$



$$98 \text{ গ্রাম}$$

$$2 \times 17 \text{ গ্রাম}$$

$$49 \text{ গ্রাম}$$

$$17 \text{ গ্রাম}$$

$$1000 \text{ মি. লি. (N)} \quad 22.4 \text{ লিটার (N.T.P.)}$$

22.4 লিটার NH₃ (N.T.P.'তে) 1000 মি.লি. (N) H₂SO₄কে প্রশমিত করে

$$\therefore 1.622 \text{ " " " } \frac{1.622 \times 1000}{22.4} \text{ " (N) " " "}$$

$$\text{বা } 72.43 \text{ " (N) " " "}$$

(10) 7.5 গ্রাম চকখড়ির (CaCO_3) সহিত 250 সি. সি. (N) HCl দ্রবণের বিক্রিয়া করানো হইল; বিক্রিয়ার শেষে অতিরিক্ত HCl-কে প্রশমিত করিতে কি পরিমাণ (N/2) KOH লাগিবে?



100 গ্রাম 2×36.5 গ্রাম

↓
 2×1000 সি. সি. (N) HCl দ্রবণ

100 গ্রাম CaCO_3 -এর সহিত বিক্রিয়া করে 2000 সি. সি. (N) HCl-দ্রবণ .

$$\therefore 7.5 \text{ গ্রাম} \quad " \quad " \quad \frac{7.5 \times 2000}{100}$$

বা, 150 সি. সি. (N) HCl দ্রবণ

মোট ব্যবহৃত HCl-দ্রবণ = 250 সি. সি. (N) HCl

CaCO_3 -এর সহিত বিক্রিয়ার ব্যবহৃত HCl-দ্রবণ = 150 সি. সি. (N) HCl

$\therefore \text{CaCO}_3$ -এর সহিত বিক্রিয়া শেষে অতিরিক্ত HCl-দ্রবণ
= (250 - 150) বা 100 সি. সি. (N) HCl

100 সি. সি. (N) HCl-দ্রবণ \equiv 100 সি. (N) KOH দ্রবণ

$$\equiv 100 \text{ সি. সি.} \times 2(\text{N/2})\text{KOH দ্রবণ}$$

$$\equiv 200 \text{ সি. সি. (N/2)KOH দ্রবণ}$$

অতএব, অতিরিক্ত HCl-কে প্রশমিত করিতে (N/2) KOH লাগে 200 সি.সি.।

(11) 0.01 গ্রাম-পরমাণু জিংকে 90.5 সি. সি. কোন লব্ধ H_2SO_4 দ্রবণে সম্পূর্ণ দ্রবীভূত করা হইল। এই দ্রবণকে পূর্ণ প্রশমিত করিতে 17.5 সি. সি. 0.15(N) কষ্টিক সোডা দ্রবণ লাগিল। অ্যাসিডটির নর্মালিটি এবং উৎপন্ন জিংক সালফেটের পরিমাণ নির্ণয় কর। [পাঃ ওঃ—Zn = 65.38 ; S = 32.00 ; O = 16.00]

[জয়েন্ট এন্ট্রান্স 1979]

প্রদত্ত সমস্যায়, যে H_2SO_4 ব্যবহার করা হইয়াছে উহা Zn কে দ্রবীভূত করিয়া কিছু অতিরিক্ত ছিল; এই অতিরিক্ত H_2SO_4 , NaOH যোগে প্রশমিত হইয়াছে।

$$17.5 \text{ সি. সি. } 0.15(\text{N}) \text{ NaOH} \equiv 17.5 \times 0.15 \text{ সি. সি. (N) NaOH}$$

$$\equiv 2.625 \text{ সি. সি. (N) NaOH}$$

$$\equiv 2.625 \text{ সি. সি. (N) H}_2\text{SO}_4$$

$$1 \text{ গ্রাম পরমাণু জিংক} = 65.38 \text{ গ্রাম Zn.}$$

$$\therefore 0.01 \text{ " " " " } = 0.6538 \text{ " " " "}$$



$$65.38 \text{ গ্রাম} \quad 98 \text{ গ্রাম}$$

$$2000 \text{ সি. সি. (N)}$$

65.38 গ্রাম Zn বিক্রিয়া করে, 2000 সি. সি. (N) H_2SO_4 এর সহিত

0.6538 গ্রাম Zn বিক্রিয়া করে, $\frac{0.6538 \times 2000}{65.38}$

বা 20 সি. সি. (N) H_2SO_4 এর সহিত

20 সি. সি. (N) H_2SO_4 ব্যবহৃত হইলে, জিংক দ্রবীভূত হওয়ার পর অতিরিক্ত অ্যাসিড থাকিত না।

কিন্তু প্রদত্ত সমস্যা, অ্যাসিড অতিরিক্ত ছিল এবং উহার পরিমাণ 2.625 সি. সি. (N) H_2SO_4 ।

অতএব, বিক্রিয়ায় ব্যবহৃত মোট $H_2SO_4 = (20 + 2.625)$

বা 22.625 সি. সি. (N)

কিন্তু প্রদত্ত সমস্যা, ব্যবহৃত H_2SO_4 অ্যাসিডের আয়তন = 90.5 সি. সি.

ধরা যাক ,, ,, ,, শক্তিমাত্রা = $x(N)$

$V_1 = 22.625$ সি. সি.

$V_2 = 90.5$ সি. সি.

$S_1 = 1(N)$

$S_2 = x(N)$

$\therefore 22.625 \times 1(N) = 90.5 \times x(N)$

$\therefore x = \frac{22.625}{90}$ বা 0.25 (N)

সুতরাং অ্যাসিডের শক্তিমাত্রা ছিল 0.25 (N)

আবার, সমীকরণ অনুসারে—



65.38 গ্রাম

(65.38 + 32 + 4 × 16)

161.38 গ্রাম

65.38 গ্রাম Zn, 161.38 গ্রাম $ZnSO_4$ উৎপন্ন করে

$\therefore 0.01$ গ্রাম পরমাণু বা 0.6538 গ্রাম Zn — $\frac{0.6538 \times 161.38}{65.38}$

বা 1.6138 গ্রাম $ZnSO_4$ উৎপন্ন করে

□ মিশ্র দ্রবণের শক্তি : আলোচনা :

যখন একাধিক বিভিন্ন শক্তির (নর্মালিটি মাত্রায়) বিভিন্ন দ্রবণ, বিভিন্ন আয়তনে মিশ্রিত করা হয়, তখন মিশ্রণের পর মোট দ্রবণের নর্মালিটি মাত্রা ভিন্ন হয়।

এইরূপ গণনার ক্ষেত্রে প্রথমতঃ বিভিন্ন আয়তন ও বিভিন্ন শক্তির দ্রবণকে, একই শক্তিতে গণনা করা হয় ; এইভাবে দ্রবণগুলির একই শক্তির যে বিভিন্ন আয়তন পাওয়া যায়, উহার সহিত যুক্ত দ্রবণগুলির মোট প্রকৃত আয়তনকে মিলাইয়া, গণনা করিলে উৎপন্ন নতুন নর্মালিটি পাওয়া যায়।

(12) 0.08 (N) একটি কঠিক সোডা দ্রবণের 25 সি.সি.র সহিত 0.09 (N) সোডিয়াম কার্বনেট দ্রবণের 20 সি.সি. মিশ্রিত করা হইল। উৎপন্ন মিশ্রিত ক্ষার দ্রবণের যাত্রা নর্মালিটিতে কত ?

এই মিশ্রিত ক্ষার দ্রবণের 30 সি.সি. একটি মালফিউরিক অ্যাসিড দ্রবণের 50 সি.সি.কে প্রশমিত করে। অ্যাসিড দ্রবণটির নর্মালিটি কত ? [H. S. 1962]

মিশ্রণের পর ক্ষারীয় দ্রবণের প্রকৃত মোট আয়তন = $25 + 20 = 45$ সি.সি.

25 সি.সি. 0.08 (N) NaOH দ্রবণ $\equiv 25 \times 0.08$ সি.সি. (N) NaOH দ্রবণ
 $\equiv 2$ সি.সি. (N) NaOH দ্রবণ

20 সি.সি. 0.09(N) Na_2CO_3 দ্রবণ $\equiv 20 \times 0.09$ সি.সি. (N) Na_2CO_3 দ্রবণ
 $\equiv 1.80$ সি.সি. (N) Na_2CO_3 দ্রবণ
 $\equiv 1.80$ সি.সি. (N) NaOH দ্রবণ

সুতরাং দুইটি দ্রবণের মিশ্রণ $\equiv (2 + 1.8)$ বা 3.8 সি.সি. (N) NaOH দ্রবণ

কিন্তু মিশ্রিত দ্রবণের প্রকৃত আয়তন = 45 সি.সি. ;

ধরা যাক এই দ্রবণের শক্তি $x(N)$

$$V_1 = 45 \text{ সি.সি.} \quad V_2 = 3.8 \text{ সি.সি.}$$

$$S_1 = x(N) \quad S_2 = 1(N)$$

$$V_1 S_1 = V_2 S_2$$

$$45 \times x(N) = 3.8 \times 1(N)$$

$$\text{বা } x = \frac{3.8}{45} = 0.0844 (N)$$

অতএব মিশ্র ক্ষারীয় দ্রবণটির শক্তি = 0.0844 (N)

আবার 30 সি.সি. মিশ্র ক্ষারীয় দ্রবণ, 50 সি.সি. H_2SO_4 দ্রবণকে

প্রশমিত করে।

ধরা যাক, H_2SO_4 দ্রবণের শক্তি $x(N)$

$$V_1 = 30 \text{ সি.সি.} \quad V_2 = 50 \text{ সি.সি.}$$

$$S_1 = 0.0844 (N) \quad S_2 = x (N)$$

$$30 \times 0.0844 (N) = 50 \times x (N)$$

$$x = \frac{30 \times 0.0844}{50} = 0.05064 (N)$$

অতএব, মালফিউরিক অ্যাসিডের শক্তি = 0.05064 (N).

(13) 30 সি.সি. 0.2 (N) HCl, 15 সি.সি. 0.04 (N) H_2SO_4 , 30 সি.সি. 0.1 (N) NaOH মিশ্রিত করা হইল। উৎপন্ন দ্রবণটির প্রকৃতি কি বল এবং উহার শক্তি নর্মালিটিতে নির্ণয় কর।

$$30 \text{ সি.সি. } 0.2 (N) \text{ HCl} \equiv 30 \times 0.2 \text{ সি.সি. (N) HCl}$$

$$\equiv 6 \text{ সি.সি. (N) HCl}$$

$$\begin{aligned} 15 \text{ মি.সি. } 0.04(N) \text{ H}_2\text{SO}_4 &\equiv 15 \times 0.04 \text{ মি.সি. (N) H}_2\text{SO}_4 \\ &\equiv 0.60 \text{ মি.সি. (N) H}_2\text{SO}_4 \\ &\equiv 0.60 \text{ মি.সি. (N) HCl} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 30 \text{ মি.সি. } 0.1 (N) \text{ NaOH} &\equiv 30 \times 0.1 \text{ মি.সি. (N) NaOH} \\ &\equiv 3 \text{ মি.সি. (N) NaOH.} \end{aligned}$$

$$\text{উৎপন্ন মোট অ্যাসিড} \equiv (6 + 0.60) \text{ বা } 6.60 \text{ মি.সি. (N) HCl}$$

$$\text{কার} \equiv 3 \text{ মি.সি. (N) NaOH.}$$

$$3 \text{ মি.সি. (N) NaOH, } 3 \text{ মি.সি. (N) HClকে প্রশমিত করে}$$

$$\text{অতএব অপ্রশমিত মোট অ্যাসিড} = (6.6 - 3) \text{ বা } 3.6 \text{ মি.সি. (N) HCl}$$

সুতরাং চূড়ান্ত দ্রবণটি—অ্যাসিডধর্মী

$$\text{মিশ্রিত দ্রবণগুলির মোট আয়তন} = (30 + 15 + 30) \text{ বা } 75 \text{ মি.সি.}$$

$$\text{ধরা যাক মিশ্রিত দ্রবণের শক্তি} = x (N)$$

$$V_1 = 3.6 \quad V_2 = 75$$

$$S_1 = 1 (N) \quad S_2 = x (N)$$

$$3.6 \times 1 (N) = 75 \times x (N)$$

$$\therefore x = \frac{3.6}{75} (N) \text{ বা } 0.048 (N)$$

$$\text{অতএব মিশ্রিত দ্রবণের শক্তি } 0.048 (N).$$

(14) 50 মি. লি. (N/2) NaOH দ্রবণের সহিত 50 মি.লি. (N) H₂SO₄ দ্রবণ মিশ্রিত করা হইল। মিশ্রিত দ্রবণ অম্লীয় না কারীয়? দ্রবণটির শক্তি নির্ণয় কর। [H. S. 1963]

$$\begin{aligned} 50 \text{ মি.লি. (N/2) NaOH} &\equiv 50 \times \frac{1}{2} \text{ মি.লি. (N) NaOH} \\ &\equiv 25 \text{ মি.লি. (N) NaOH} \end{aligned}$$

$$25 \text{ মি.লি. (N) NaOH, } 25 \text{ মি.লি. (N) H}_2\text{SO}_4\text{কে প্রশমিত করে}$$

$$\therefore \text{অপ্রশমিত H}_2\text{SO}_4 = (50 - 25) \text{ বা } 25 \text{ মি.লি. (N)}$$

সুতরাং মিশ্রিত দ্রবণটি অম্লীয়।

$$\text{আবার মিশ্রিত দ্রবণের মোট আয়তন} = (50 + 50) \text{ বা } 100 \text{ মি.লি.}$$

$$\text{ধরা যাক এই দ্রবণের শক্তি} = x(N)$$

$$V_1 = 25 \text{ মি.লি.} \quad V_2 = 100 \text{ মি.লি.}$$

$$S_1 = 1 (N) \quad S_2 = x (N)$$

$$V_1 S_1 = V_2 S_2$$

$$25 \times 1 (N) = 100 \times x (N)$$

$$\therefore x = \frac{25}{100} \text{ বা } 0.25(N).$$

এখন, x সি. সি. $0.1(N)$ অ্যাসিড $\equiv x \times 0.1$ সি. সি. (N) অ্যাসিড

$$\equiv \frac{x \times 0.1}{0.115} \text{ " } 0.115(N) \text{ "}$$

y সি. সি. $0.15(N)$ অ্যাসিড $\equiv y \times 0.15$ সি. সি. (N) " "

$$\equiv \frac{y \times 0.15}{0.115} \text{ সি. সি. } 0.115(N) \text{ অ্যাসিড}$$

সুতরাং, প্রদত্ত প্রমাণদ্বয়

$(x+y)$ সি. সি. $0.115(N)$ অ্যাসিড

$$= \left(\frac{x \times 0.1}{0.115} + \frac{y \times 0.15}{0.115} \right) \text{ সি. সি. } 0.115(N) \text{ অ্যাসিড}$$

$$\therefore x+y = \frac{x \times 0.1}{0.115} + \frac{y \times 0.15}{0.115} \text{ বা } \frac{x}{y} = \frac{7}{3}$$

সুতরাং অ্যাসিড দুইটির মিশ্রণের অম্লপাত, যথাক্রমে 7 : 3.

(17) $0.5(N)$ শক্তির একটি অ্যাসিডকে, $0.3(N)$ শক্তির একটি ক্ষারের সহিত কোন আয়তনিক অম্লপাতে মিশ্রিত করিলে, মিশ্রণটি ক্ষারীয় হইবে এবং মিশ্রণটির শক্তিমাত্রা $0.05(N)$ হইবে? [আদর্শ প্রশ্ন : উ. মা. শি. প.]

ধরা যাক মিশ্রণীয় অ্যাসিডের আয়তন $= x$ সি. সি.

এবং মিশ্রণীয় ক্ষারের আয়তন $= y$ সি. সি.

x সি. সি. $0.5(N)$ অ্যাসিড $\equiv x \times 0.5$ সি. সি. (N) অ্যাসিড

y সি. সি. $0.3(N)$ ক্ষার $\equiv y \times 0.3$ সি. সি. (N) ক্ষার

যেহেতু মিশ্রণের পর শেষ দ্রবণটির প্রকৃতি ক্ষারীয়

অতএব, $y \times 0.3$ সি. সি. $> x \times 0.5$ সি. সি.

এখন $x \times 0.5$ সি. সি. অ্যাসিড, $x \times 0.5$ সি. সি. ক্ষারকে প্রশমিত করে

অতএব অপ্রশমিত ক্ষার $\equiv (y \times 0.3 - x \times 0.5)$ সি. সি. (N)

মিশ্রণের পর দ্রবণের মোট আয়তন $= x + y$ সি. সি.

" " " " শক্তি $= 0.05(N)$

অতএব $V_1 = (x+y)$ সি. সি. $V_2 = (y \times 0.3 - x \times 0.5)$ সি. সি.

$$S_1 = 0.05(N) \quad S_2 = 1(N)$$

$$\therefore (x+y) \times 0.05(N) = (y \times 0.3 - x \times 0.5) \times 1(N)$$

$$0.05x + 0.05y = 0.3y - 0.5x$$

$$0.55x = 0.25y$$

$$\text{বা } \frac{x}{y} = \frac{0.25}{0.55} = \frac{5}{11}$$

অতএব, 5 সি. সি. প্রদত্ত অ্যাসিডের সহিত 11 সি. সি. প্রদত্ত ক্ষার মিশ্রিত করিতে হইবে।

□ প্রশমন ও তুল্যাংকভারের গণনা : আলোচনা :

1 লিটার (N) অ্যাসিড 1 গ্রাম-তুল্যাংক ক্ষারকে, এবং বিপরীতক্রমে 1 লিটার (N) ক্ষার 1 গ্রাম-তুল্যাংক অ্যাসিডকে প্রশমিত করে। এই নীতিকে ভিত্তি করিয়া, কিছু কিছু অল্পমিতি-ক্ষারমিতির সহিত সংশ্লিষ্ট তুল্যাংকভারের গাণিতিক সমস্যা সমাধান করা যায়।

তুল্যাংকভারভিত্তিক এই প্রশমনের নীতি, পরিবর্তিত করিয়া, কখনো কখনো অল্পমিতি-ক্ষারমিতির সাহায্যে ধাতুর তুল্যাংকভারও নির্ণয় করা যায়।

(18) একটি দ্বিকারীয় অ্যাসিডের আণবিক ওজন 126। এই অ্যাসিডের 22.5 সি. সি. দ্রবণকে (এই দ্রবণের প্রতি 250 সি. সি.তে অ্যাসিডটির 1.4175 গ্রাম দ্রবীভূত আছে) প্রশমিত করিতে 25 সি. সি. NaOH দ্রবণ লাগে। আবার ঐ NaOH দ্রবণের 10 সি. সি. কে প্রশমিত করিতে 8 সি. সি. H_2SO_4 দ্রবণ লাগে। H_2SO_4 দ্রবণের শক্তি নির্ণয় কর। [ক. বি. মাধ্যমিক]

অ্যাসিডের আণবিক ওজন = 126

” ক্ষারগ্রাহিতা = 2

$$\therefore \text{” তুল্যাংকভার} = \frac{126}{2} = 63.$$

1000 সি. সি. (N) অ্যাসিড দ্রবণে, অ্যাসিড থাকে 63 গ্রাম

1000 সি. সি. (N/10) ” ” ” ” 6.3 ”

$$\therefore 250 \text{ ” (N/10) ” ” ” ” } \frac{6.3}{4} \text{ বা } 1.575 \text{ গ্রাম}$$

কিন্তু প্রদত্ত অ্যাসিড দ্রবণের 250 সি. সি.তে অ্যাসিড আছে = 1.4175 গ্রাম

$$\therefore \text{” ” ” ” শক্তি} = \frac{1.4175}{1.5750} = 0.9 \text{ (N/10)}$$

25 সি. সি. NaOH দ্রবণ 22.5 সি. সি. অ্যাসিড [$f = 0.9 \text{ (N/10)}$] প্রশমিত করে।

$$V_1 = 25 \text{ সি. সি. } \quad V_2 = 22.5 \text{ সি. সি.}$$

$$S_1 = x \text{ (N/10) } \quad S_2 = 0.9 \text{ (N/10)}$$

$$25 \times x \text{ (N/10)} = 22.5 \times 0.9 \text{ (N/10)}$$

$$\therefore x = \frac{22.5 \times 0.9}{25} \text{ (N/10)}$$

$$= 0.81 \text{ (N/10)}$$

অতএব NaOH দ্রবণের শক্তি = 0.81 (N/10).

আবার 10 সি.সি. 0.81 (N/10) NaOH, 8 সি.সি. H_2SO_4 কে প্রশমিত করে
ধরা যাক H_2SO_4 এর শক্তি = x (N/10)

$$V_1 = 8 \text{ সি.সি.}$$

$$V_2 = 10 \text{ সি.সি.}$$

$$S_1 = x \text{ (N/10)}$$

$$S_2 = 0.81 \text{ (N/10)}$$

$$8 \times x \text{ (N/10)} = 10 \times 0.81 \text{ (N/10)}$$

$$x = \frac{10 \times 0.81}{8} \text{ (N/10)} = 1.012 \text{ (N/10)}$$

অতএব H_2SO_4 দ্রবণের শক্তি = 1.012 (N/10) বা 0.1012 (N).

(19) একটি অ্যাসিডের 2.25 গ্রাম জলে দ্রবীভূত করিয়া দ্রবণটিকে 250 সি.সি.
করা হইল। ঐ দ্রবণের 25 সি.সি.কে প্রশমিত করিতে 1.25 (N/10) মাত্রার একটি
ক্ষার দ্রবণের 40 সি.সি. লাগে। অ্যাসিডটির তুল্যাংকভার কত? অ্যাসিডটির
আণবিক ওজন 90 হইলে, উহার ক্ষারগ্রাহিতা কত?

$$40 \text{ সি.সি. } 1.25 \text{ (N/10) ক্ষার দ্রবণ} \equiv 40 \times 1.25 \times \frac{1}{10} \text{ সি.সি. (N) ক্ষার দ্রবণ} \\ \equiv 5 \text{ সি.সি. (N) ক্ষার দ্রবণ}$$

5 সি.সি. (N) ক্ষার দ্রবণ প্রশমিত করে, 25 সি.সি. প্রদত্ত অ্যাসিড দ্রবণ

$$\therefore 1000 \text{ ,, ,, ,, ,, } 25 \times 200$$

$$\text{বা } 5000 \text{ সি.সি. ,, ,, ,,}$$

$$1000 \text{ ,, ,, ,, } 1 \text{ তুল্যাংকভার অ্যাসিডকে প্রশমিত করে}$$

$$\therefore 5000 \text{ সি.সি. অ্যাসিড দ্রবণে } 1 \text{ তুল্যাংকভার অ্যাসিড আছে}$$

$$\text{প্রদত্ত সমস্তানুসারে } 250 \text{ সি.সি. ,, } 2.25 \text{ গ্রাম ,, ,,}$$

$$\therefore 5000 \text{ ,, ,, } 2.25 \times 20$$

$$\text{বা } 45 \text{ গ্রাম ,, ,,}$$

$$\text{অতএব অ্যাসিডের তুল্যাংকভার} = 45$$

$$\text{,, আণবিক ওজন} = 90$$

$$\therefore \text{,, ক্ষারগ্রাহিতা} = \frac{90}{45} = 2.$$

(20) 0.11 গ্রাম Mg ধাতুকে 50 সি.সি. (N/2) H_2SO_4 যোগে সম্পূর্ণ
দ্রবীভূত করা হইল। এই দ্রবণকে প্রশমিত করিতে 16 সি.সি. (N) NaOH লাগে।
Mg-এর তুল্যাংকভার নির্ণয় কর।

$$50 \text{ সি.সি. (N/2) } H_2SO_4 \equiv 50 \times \frac{1}{2} \text{ সি.সি. (N) } H_2SO_4$$

$$\equiv 25 \text{ সি.সি. (N) } H_2SO_4$$

$$16 \text{ সি.সি. (N) NaOH} \equiv 16 \text{ সি.সি. (N) } H_2SO_4$$

$\therefore (25 - 16)$ বা 9 সি.সি. (N) H_2SO_4 , 0.11 গ্রাম Mg'কে দ্রবীভূত
করিতে লাগিয়াছে।

বা 1000 মি.লি. (N) H_2SO_4 , $\frac{0.11 \times 1000}{9}$ বা 12.2 গ্রাম

Mgকে দ্রবীভূত করিয়াছে

বা 1 তুলাংকভার H_2SO_4 12.2 গ্রাম " " "

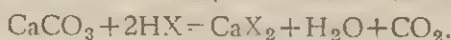
তুলাংকভারের সংজ্ঞা হইতে জানি—1 তুলাংকভার H_2SO_4 , 1 তুলাংকভার

Mgকে দ্রবীভূত করে

∴ Mg-এর তুলাংকভার = 12.2.

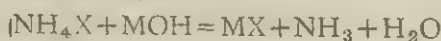
□ ক্যালসিয়াম কার্বনেট ও অ্যামোনিয়াম লবণযোগে প্রশমন : আলোচনা :

(i) ক্যালসিয়াম কার্বনেট—লবণ হহলেও সকল সাধারণ অ্যাসিডকেই প্রশমিত করিয়া, ক্যালসিয়াম লবণ, কার্বন ডায়কসাইড ও জল উৎপন্ন করে—



এই বিক্রিয়াকে ভিত্তি করিয়া, $CaCO_3$ এর পরিমাণ জানা থাকিলে অ্যাসিডের মাত্রা এবং বিপরীত নামে অ্যাসিডের মাত্রা জানা থাকিলে $CaCO_3$ এর পরিমাণ জানা যায়। শেযোক্ত ক্ষেত্র হইতে, অশুদ্ধ $CaCO_3$ এর মধ্যে অশুদ্ধির পরিমাণ, বা অশুদ্ধ নমুনার মধ্যে বিশুদ্ধ $CaCO_3$ এর পরিমাণ গণনা করা যায়।

(ii) অ্যামোনিয়াম লবণগুলি তীব্র ক্ষার যোগে উত্তাপসহ বিক্রিয়া করিলে, ক্ষারধর্মী অ্যামোনিয়া গ্যাস উদ্ভূত হয়।



উদ্ভূত অ্যামোনিয়া গ্যাসের যথার্থ পরিমাণ হিসাব করিলে, উৎপাদক অ্যামোনিয়াম লবণের পরিমাণ, বিশুদ্ধতার মাত্রা, বা অশুদ্ধির মাত্রা গণনা করা যায়।

অথবা, অ্যামোনিয়াম লবণের সহিত বিক্রিয়ায় যথার্থ কি পরিমাণ ক্ষার লাগে, উহার হিসাব করিয়া তাহা হইতেও অ্যামোনিয়াম লবণের—পরিমাণ, বিশুদ্ধতার মাত্রা বা অশুদ্ধির মাত্রা গণনা করা যায়।

(21) একটি বিশুদ্ধ নমুনার চকখড়ির (ক্যালসিয়াম কার্বনেট) 2.5 গ্রামের সহিত 25 মি.লি. HCl দ্রবণ যোগ করা হইল; গ্যাসের উদ্ভব শেষ হইবার পর দেখা গেল নমুনাটির 50% অদ্রবীভূত রহিয়াছে। অ্যাসিডটির শক্তি (i) নর্মালিটি মাত্রায় ও (ii) গ্রাম/লিটারে, গণনা কর। (Ca=40) [উ. মা. শি. স.—আদর্শ প্রশ্ন]

যেহেতু নমুনাটির 50% অংশ অদ্রবীভূত রহিয়াছে, অতএব নমুনাটির 50% অংশমাত্র বিক্রিয়া করিয়াছে।

অর্থাৎ, বিক্রিয়া করিয়াছে $CaCO_3$ এর = $\frac{2.5}{2}$ বা 1.25 গ্রাম



100 গ্রাম 2×36.5 গ্রাম

2×1000 সি.সি. (N)

100 গ্রাম বিশুদ্ধ CaCO_3 , 2000 সি.সি. (N) HCl -এর সহিত বিক্রিয়া করে

$\therefore 1.25$ " " " $\frac{1.25 \times 2000}{100}$ বা 25 সি.সি. (N) " "

$V_1 = 25$ সি.সি.

$V_2 = 25$ সি.সি.

$S_1 = 1$ (N)

$S_2 = x$ (N)

$\therefore 25 \times 1$ (N) $= 25 \times x$ (N)

বা $x = 1$ (N)

হতরাং, অ্যাসিডটির শক্তি নর্মালিটি মাত্রায়—1 (N)

HCl এর গ্রাম-তুল্যাংক $= 36.5$ গ্রাম

অতএব, 1 (N) HCl এর মধ্যে $= \text{HCl}$ এর পরিমাণ 36.5 গ্রাম

বা অ্যাসিডের শক্তি গ্রাম/লিটারে, 36.5 গ্রাম লিটার।

(22) একটি ক্যালসিয়াম কার্বনেট নমুনার 0.80 গ্রাম, 50 মি.লি. 0.098 (N) HCl -এতে দ্রবীভূত করা হইল; বিক্রিয়াটি সমাপ্ত হইবার পর, অতিরিক্ত অ্যাসিডকে সম্পূর্ণ প্রশমিত করিতে 6.00 মি.লি. 0.105 (N) NaOH লাগিল। নমুনাটিতে CaCO_3 এর শতকরা মাত্রা নির্ণয় কর। [উ. মা. শি. স.—আদর্শ প্রশ্ন]

50 মি. লি. 0.098 (N) অ্যাসিড $\equiv 50 \times 0.098$ মি.লি. (N) অ্যাসিড

$\equiv 4.9$ মি.লি. (N) অ্যাসিড

6.00 মি.লি. 0.105 (N) $\text{NaOH} \equiv 6 \times 0.105$ মি.লি. (N) NaOH

$\equiv 0.63$ মি.লি. (N) NaOH

$\equiv 0.63$ মি.লি. (N) অ্যাসিড

অর্থাৎ, 0.63 মি.লি. (N) অ্যাসিড অতিরিক্ত রূপে ক্ষারের সহিত বিক্রিয়া করিয়াছে।

অতএব CaCO_3 এর সহিত বিক্রিয়ায় ব্যবহৃত অ্যাসিডের পরিমাণ

$= (4.9 - 0.63)$ বা 4.27 মি.লি (N) অ্যাসিড

CaCO_3 এর সহিত অ্যাসিডের বিক্রিয়া



[এখানে অ্যাসিডের নাম দেওয়া নাই : তুল্যাংকভারের হিসাবে 1 তুল্যাংকভার CaCO_3 , 1 তুল্যাংকভার অ্যাসিডের (বা, 1000 মি.লি. (N) অ্যাসিডের) সহিত বিক্রিয়া করে।]

CaCO_3 এর তুল্যাংকভার $= \frac{\text{আণবিক ওজন}}{1 \times 2} = \frac{100}{2} = 50$

" " গ্রাম তুল্যাংকভার—50 গ্রাম

1000 মি. লি (N) অ্যাসিডের সহিত 50 গ্রাম বিশুদ্ধ CaCO_3 বিক্রিয়া করে

$$\therefore 4.27 \text{ মি.লি (N) অ্যাসিডের সহিত } \frac{4.27 \times 50}{1000}$$

বা 0.2135 গ্রাম " " "

বিক্রিয়াকারী CaCO_3 এর পরিমাণ 0.80 গ্রাম

বিশুদ্ধ " " " 0.2135 "

$$\therefore \text{নমুনাটিতে } \text{CaCO}_3 \text{ এর শতকরা মাত্রা} = \frac{0.2135 \times 100}{0.80} \\ = 26.68\%$$

(23) একটি দ্বিযোজী ধাতুর কার্বনেটের 2 গ্রামকে 100 মি.লি সেমিনর্মাল HCl দ্রবণে দ্রবীভূত করা হইল; উৎপন্ন দ্রবণটিকে সম্পূর্ণরূপে প্রশমিত করিতে 50 মি.লি 0.2 (N) NaOH দ্রবণ লাগিল। ধাতব কার্বনেটটির তুল্যাংকভার ও আণবিক ওজন নির্ণয় কর। [উ. মা. শি. স.—আদর্শ প্রশ্ন]

$$100 \text{ মি.লি (N/2) HCl দ্রবণ} \equiv 100 \times \frac{1}{2} \text{ মি.লি (N) HCl দ্রবণ} \\ \equiv 50 \text{ মি.লি (N) HCl দ্রবণ}$$

$$50 \text{ মি.লি 0.2 (N) NaOH দ্রবণ} \equiv 50 \times 0.2 \text{ মি.লি (N) NaOH দ্রবণ} \\ \equiv 10 \text{ মি.লি (N) NaOH দ্রবণ} \\ \equiv 10 \text{ মি.লি (N) HCl দ্রবণ}$$

অতএব, 10 মি.লি (N) HCl দ্রবণ প্রাথমিক বিক্রিয়ার পর অতিরিক্ত ছিল।

সুতরাং ধাতব কার্বনেটের সহিত বিক্রিয়া করিয়াছে, (50 - 10) বা 40 মি.লি (N) HCl দ্রবণ

40 মি.লি (N) HCl দ্রবণ বিক্রিয়া করে 2 গ্রাম ধাতব কার্বনেটের সহিত

$$\therefore 1000 \text{ " (N) " " " " } \frac{2 \times 1000}{40}$$

বা 50 গ্রাম ধাতব কার্বনেটের সহিত

কিন্তু, 1000 মি.লি (N) HCl দ্রবণ বিক্রিয়া করে 1 গ্রাম-তুল্যাংক ধাতব কার্বনেটের সহিত

$$\therefore \text{ধাতুর কার্বনেটের তুল্যাংকভার} = 50$$

ধাতুর যোজ্যতা 2 ; সুতরাং ধাতব কার্বনেটের সংকেত M_2CO_3

$$\text{এখন, ধাতব কার্বনেটের তুল্যাংকভার} = \frac{\text{ধাতব কার্বনেটের আণবিক ওজন}}{1 \times 2}$$

$$\text{বা, } 50 = \frac{\text{ধাতব কার্বনেটের আণবিক ওজন}}{2}$$

$$\therefore \text{ধাতব কার্বনেটের আণবিক ওজন} = 50 \times 2 = 100.$$

(24) স্বল্প পরিমাণ ক্যালসিয়াম কার্বনেট লইয়া 525 মি.লি (N/10) HCl দ্রবণে সম্পূর্ণরূপে দ্রবীভূত করিলে, বিক্রিয়ার শেষে কোনো অতিরিক্ত অ্যাসিড থাকে না। উৎপন্ন ক্যালসিয়াম ক্লোরাইডকে পরে ক্যালসিয়াম সালফেটে পরিণত করা হইল। এই ক্যালসিয়াম সালফেট হইতে কি পরিমাণ 'প্লাস্টার অফ্‌ প্যারিস' পাওয়া যাইবে? উৎপন্ন ক্যালসিয়াম ক্লোরাইডের পরিমাণ কত? [H. S 1966]

$$\begin{aligned} 1000 \text{ মি.লি (N) HCl} &\equiv 1 \text{ গ্রাম-তুলাংক CaCO}_3 \\ &\equiv 50 \text{ গ্রাম CaCO}_3 \\ &\equiv 20 \text{ গ্রাম Ca.} \end{aligned}$$

$$\therefore 1 \text{ মি.লি. (N, 10) HCl} \equiv 0.002 \text{ গ্রাম Ca.}$$

$$\begin{aligned} 525 \text{ মি.লি (N, 10) HCl} &\equiv 525 \times 0.002 \text{ গ্রাম Ca} \\ &\equiv 1.05 \text{ গ্রাম Ca.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{'প্লাস্টার অফ্‌ প্যারিস'র আণবিক সংকেত} &= 2 \text{ CaSO}_4, \text{H}_2\text{O} \\ \text{" গ্রাম আণবিক ওজন} &= 2 (40 + 32 + 64) + 18 \\ &= 290 \text{ গ্রাম} \end{aligned}$$

$$290 \text{ গ্রাম 'প্লাস্টার অফ্‌ প্যারিস'} \equiv 80 \text{ গ্রাম Ca}$$

$$80 \text{ গ্রাম Ca থাকে } 290 \text{ গ্রাম 'প্লাস্টার অফ্‌ প্যারিস'}$$

$$\therefore 1.05 \text{ " " " } \frac{290 \times 1.05}{80} \text{ বা } 3.806 \text{ গ্রাম 'প্লাস্টার অফ্‌ প্যারিস'}$$

$$\text{অতএব, উৎপন্ন 'প্লাস্টার অফ্‌ প্যারিস'} = 3.806 \text{ গ্রাম}$$

$$\text{আবার } 40 \text{ গ্রাম Ca থাকে } 111 \text{ গ্রাম CaCl}_2 \text{ এর মধ্যে}$$

$$\therefore 1.05 \text{ " " " } \frac{111 \times 1.05}{40} \text{ বা } 2.914 \text{ গ্রাম CaCl}_2 \text{ এর মধ্যে}$$

$$\text{অতএব, উৎপন্ন CaCl}_2 \text{ এর পরিমাণ} = 2.914 \text{ গ্রাম।}$$

(25) 1.524 গ্রাম NH_4Cl জলে দ্রবীভূত করিয়া উহাতে 50 মি.লি (N) KOH দ্রবণ যোগ করা হইল এবং মিশ্রিত দ্রবণটিকে NH_3 যতক্ষণ পর্যন্ত উদ্ভূত হইতে থাকে ততক্ষণ স্ফুটন করা হইল। দ্রবণটিকে অতঃপর প্রশমিত করিতে 30.95 মি.লি (N) H_2SO_4 লাগিল। NH_4Cl নমুনাটিতে NH_3 -এর শতকরা মাত্রা নির্ণয় কর। [ক. বি. মাধ্যমিক]

$$\begin{aligned} 30.95 \text{ মি.লি (N) H}_2\text{SO}_4 &\equiv 30.95 \text{ মি.লি (N) KOH} \\ &= \text{NH}_4\text{Cl এর সহিত বিক্রিয়ার পর অতিরিক্ত} \\ &\quad \text{KOH এর পরিমাণ} \end{aligned}$$

অতএব NH_4Cl এর সহিত বিক্রিয়ায় ব্যবহৃত যথার্থ KOH

$$\equiv (50 - 30.95) \text{ বা } 19.05 \text{ মি.মি (N) KOH}$$



$$\begin{array}{cc} 63 \text{ গ্রাম} & 17 \text{ গ্রাম} \\ 1000 \text{ মি.লি (N)} & \end{array}$$

$$1000 \text{ মি.লি (N) KOH} \equiv 17 \text{ গ্রাম NH}_3$$

$$\therefore 19.05 \text{ " (N)KOH} \equiv \frac{19.05 \times 17}{1000} \text{ বা } 0.32385 \text{ গ্রাম NH}_3$$

এদন্ত 1.524 গ্রাম NH_4Cl হইতে 0.32385 গ্রাম NH_3 আসিয়াছে,

$$\therefore \text{NH}_3 \text{ এর শতকরা পরিমাণ} = \frac{100 \times 0.32385}{1.524} = 21.25$$

(26) 1.216 গ্রাম কোনো অ্যামোনিয়াম লবণকে অতিরিক্ত কষ্টিক পটাশের দ্রবণের সহিত ফুটন করা হইল ও উৎপন্ন NH_3 কে 100 মি.লি (N) H_2SO_4 দ্রবণে চালনা করা হইল ; আংশিকভাবে প্রশমিত ঐ H_2SO_4 দ্রবণকে পূর্ণপ্রশমিত করিতে আরো 81.6 মি.লি (N) NaOH দ্রবণ লাগিল। অ্যামোনিয়াম লবণটিতে NH_3 এর শতকরা মাত্রা নির্ণয় কর।

$$81.6 \text{ মি.লি (N) NaOH} \equiv 81.6 \text{ মি.লি (N) H}_2\text{SO}_4 \text{ দ্রবণ}$$

$$\equiv \text{NH}_3 \text{ 'র দ্বারা প্রশমিত হইবার পর অতিরিক্ত } \text{H}_2\text{SO}_4 \text{ এর পরিমাণ}$$

অতএব, NH_3 'র দ্বারা প্রশমিত H_2SO_4 এর পরিমাণ

$$= (100 - 81.6) \text{ বা } 18.4 \text{ মি.লি (N) H}_2\text{SO}_4.$$

$$1000 \text{ মি.লি (N) H}_2\text{SO}_4 \equiv 1 \text{ গ্রাম তুল্যাংক NH}_3$$

$$\equiv 17 \text{ গ্রাম NH}_3$$

$$1 \text{ মি.লি (N) H}_2\text{SO}_4 \equiv 0.017 \text{ গ্রাম NH}_3$$

$$\therefore 18.4 \text{ " (N) H}_2\text{SO}_4 \equiv 18.4 \times 0.017 \text{ গ্রাম NH}_3$$

$$\equiv 0.3128 \text{ গ্রাম NH}_3$$

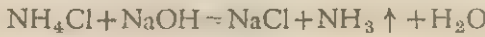
$$1.216 \text{ গ্রাম অ্যামোনিয়াম লবণে } 0.3128 \text{ গ্রাম NH}_3 \text{ থাকে}$$

$$\therefore \text{NH}_3 \text{ এর শতকরা মাত্রা} = \frac{0.3128 \times 100}{1.216} = 25.72$$

(27) সোডিয়াম ক্লোরাইড মিশ্রিত অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইডের 2 গ্রাম একটি নমুনা 50 মি.লি. (N) NaOH দ্রবণে যোগ করা হইল এবং উদ্ভূত বাষ্পে দ্রুত সিন্ধু লাল লিটমাস কাগজের বর্ণ পরিবর্তন না হওয়া পর্যন্ত ইহাকে ফোটান হইল। এই

দ্রবণটি ঠাণ্ডা করিয়া প্রশমিত করিতে 20 মি. লি. (N) H_2SO_4 দ্রবণের প্রয়োজন হইল। এই নমুনার মধ্যে অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইডের শতকরা ভাগ কত ছিল?

[উচ্চ মাধ্যমিক, 1979]



53.5 গ্রাম

40 গ্রাম

1000 মি. লি. (N)

NH_4Cl নমুনাটির সহিত বিক্রিয়া করার পর কিছু $NaOH$ দ্রবণ অতিরিক্ত ছিল

20 মি. লি. (N) $H_2SO_4 \equiv 20$ মি. লি. (N) $NaOH$

মোট ব্যবহৃত $NaOH$ দ্রবণ = 50 মি. লি. (N)

বিক্রিয়ার পর অতিরিক্ত ,, ,, = 20 মি. লি. (N)

$\therefore NH_4Cl$ এর সহিত বিক্রিয়ায় ব্যবহৃত $NaOH$ দ্রবণ

= (50 - 20) বা 30 মি. লি. (N)

সমীকরণ হইতে,

1000 মি. লি. (N) $NaOH$ দ্রবণ \equiv 53.5 গ্রাম NH_4Cl

$\therefore 30$,, ,, ,, ,, = $\frac{53.5 \times 30}{1000}$

বা, 1.605 গ্রাম NH_4Cl

অতএব 2 গ্রাম নমুনাতে বিদ্যুত NH_4Cl এর পরিমাণ ছিল 1.605 গ্রাম

$\therefore 100$,, ,, ,, ,, ,, ,, = $\frac{1.605 \times 100}{2}$

বা 80.25 গ্রাম

অতএব নমুনা NH_4Cl এর শতকরা ভাগ ছিল 80.25 ..

● মিশ্র ক্ষারের মধ্যে উপাদানের মাত্রা নির্ণয় : আলোচনা :

অম্লমিতি ক্ষারমিতিতে অনেক ক্ষেত্রে একক ক্ষার বা একক কার্বনেটের পরিবর্তে, মিশ্রক্ষার বা বিভিন্ন কার্বনেটের মিশ্র প্রশমনে ব্যবহৃত হইতে পারে। এরূপ ক্ষেত্রে একটি কার্বনেটের পরিমাণ x ও অপরটিকে 'মোট পরিমাণ বিযুক্ত x ' ধরিয়া গণনা করা হয় ও উপাদানগুলির মাত্রা নির্ণয় করা হয়।

(28) Na_2CO_3 ও K_2CO_3 এর একটি মিশ্রণের 1.22 গ্রাম লইয়া 100 মি.লি জলে দ্রবীভূত করা হইল। এই দ্রবণের 20 মি.লি'কে প্রশমিত করিতে 40 মি.লি 0.1 (N) HCl দ্রবণ লাগে। মিশ্রণে Na_2CO_3 এর পরিমাণ নির্ণয় কর।

এই মিশ্রণের দ্রবণের অপর এক 20 মি.লি অংশে $BaCl_2$ দ্রবণ যোগ করিলে যে অধঃক্ষেপ পাওয়া যাইবে, তাহার পরিমাণ নির্ণয় কর। [I. I. T. 1976]

ধরা থাকে মিশ্রণে Na_2CO_3 এর পরিমাণ $= x$ গ্রাম

\therefore " K_2CO_3 " " $= (1.22 - x)$ গ্রাম

\therefore 1000 মি.লি. দ্রবণে Na_2CO_3 এর " $= 10x$ গ্রাম

" " " K_2CO_3 " " $= 10(1.22 - x)$ গ্রাম

এখন, Na_2CO_3 এর তুল্যাংকভার—53

এবং K_2CO_3 " " " —69

অতএব মিশ্রিত কার্বনেট দ্রবণের মাত্রা $= \left[\frac{10x}{53} + \frac{10(1.22 - x)}{69} \right] (N)$

$V_1 = 20$ মি. লি.

$V_2 = 40$ মি. লি.

$S_1 = \left[\frac{10x}{53} + \frac{10(1.22 - x)}{69} \right] (N)$

$S_2 = 0.1 (N)$

$\therefore 20 \times \left[\frac{10x}{53} + \frac{10(1.22 - x)}{69} \right] (N) = 40 \times 0.1 (N)$

বা $x = 0.53$.

অতএব, মিশ্রে Na_2CO_3 এর পরিমাণ $= 0.53$ গ্রাম

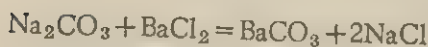
এবং " K_2CO_3 এর " $= (1.22 - 0.53)$ বা 0.69 গ্রাম।

আবার 20 মি.লি. দ্রবণে Na_2CO_3 এর পরিমাণ $= \frac{0.53 \times 20}{100}$ গ্রাম

$= 0.0106$ "

20 " " K_2CO_3 " " $= \frac{0.69 \times 20}{100}$ "

$= 0.0138$ "

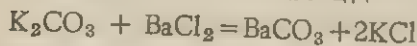


106 গ্রাম

197 গ্রাম

[$\text{Ba} = 137$]

$\therefore 0.0106$ গ্রাম $= 0.0197$ গ্রাম



138 গ্রাম

197 গ্রাম

$\therefore 0.0138$ গ্রাম $= 0.0197$ গ্রাম

অতএব, 20 মি. লি. (কার্বনেট মিশ্রণের) দ্রবণ হইতে উৎপন্ন BaCl_2

$= 0.0197 + 0.0197 = 0.0394$ গ্রাম।

(29) দুইটি ক্ষার ধাতুর কার্বনেটের 1.00 গ্রাম মিশ্রণে সমসংখ্যক মোল বর্তমান আছে। ইহা সম্পূর্ণরূপে বিক্রিয়া করিতে 44.4 মি. লি. 0.500 (N) HCl -এর প্রয়োজন হয়; এই ধাতু দুইটির একটির পারমাণবিক ওজন 7.00 হইলে অপরটির

পারমাণবিক ওজন কত হইবে? এ 1'00 গ্রাম কার্বনেট মিশ্রকে সালফেটে পরিণত করিতে মোট কত পরিমাণ সালফেট পাওয়া যাইবে? [I. I. T. 1972]

$$44'4 \text{ মি. লি. } 0'500 \text{ (N) HCl} \equiv 44'4 \times 0'500 \text{ মি. লি. (N) HCl} \\ \equiv 22'2 \text{ মি. লি. (N) HCl.}$$

ধরা যাক ক্ষার ধাতু দুইটির কার্বনেটগুলির সংকেত যথাক্রমে M_2CO_3 এবং M'_2CO_3 .

$$M_2CO_3 \text{ এর গ্রাম তুল্যাকভার} = \frac{\text{কার্বনেটের গ্রাম আণবিক ওজন}}{2} = \frac{1}{2} \text{ মোল}$$

$$M'_2CO_3 \text{ এর গ্রাম তুল্যাকভার} = \frac{\text{কার্বনেটের গ্রাম আণবিক ওজন}}{2} = \frac{1}{2} \text{ মোল}$$

$$\text{এখন, } 1000 \text{ মি. লি. (N) HCl} \equiv \text{কার্বনেটের গ্রাম তুল্যাকভার}$$

$$\equiv \frac{1}{2} \text{ মোল কার্বনেট}$$

$$\therefore 22'2 \text{ " " " " } \equiv \frac{22'2}{1000} \times \frac{1}{2} \text{ মোল কার্বনেট}$$

$$\equiv 0'0111 \text{ মোল কার্বনেট}$$

যেহেতু উভয় কার্বনেটই সমমোলে বর্তমান আছে—

$$\text{অতএব, } M_2CO_3 \text{ এর পরিমাণ} = \frac{0'0111}{2} \text{ মোল}$$

$$\text{এবং } M'_2CO_3 \text{ " " } = \frac{0'0111}{2} \text{ মোল}$$

$$M_2CO_3 \text{ এর আণবিক ওজন} = 2 \times 7 + 12 + 3 \times 16 = 74$$

$$\therefore \frac{0'0111}{2} \text{ মোল } M_2CO_3 = \frac{74 \times 0'0111}{2} = 0'4107 \text{ গ্রাম}$$

$$\text{সুতরাং মিশ্রে } M'_2CO_3 \text{ এর পরিমাণ} = 1 - 0'4107 = 0'5893 \text{ গ্রাম}$$

$$\text{কিন্তু } M'_2CO_3 \text{ এর পরিমাণ} = \frac{0'0111}{2} \text{ মোল}$$

$$\therefore \frac{0'0111}{2} \text{ মোল} = 0'5893 \text{ গ্রাম}$$

$$\text{বা } 1 \text{ মোল } M'_2CO_3 = \frac{0'5893 \times 2}{0'0111} = 106 \text{ গ্রাম}$$

$$M'_2CO_3 \text{ এর আণবিক ওজন} = 106$$

$$\text{ধরা যাক } M' \text{ এর পারমাণবিক ওজন} = x$$

$$\text{অতএব } 2 \times x + 12 + 3 \times 16 = 106$$

$$\therefore x = 23$$

সুতরাং দ্বিতীয় ক্ষার ধাতুটির পারমাণবিক ওজন—23.



74 গ্রাম 110 গ্রাম

$$\therefore 0.4107 \text{ গ্রাম} = \frac{0.4107 \times 110}{74} \text{ গ্রাম}$$



106 গ্রাম 142 গ্রাম

$$\therefore 0.5893 \text{ গ্রাম} = \frac{0.5893 \times 142}{106} \text{ গ্রাম}$$

অতএব উৎপন্ন সালফেটের মোট পরিমাণ

$$= \left[\frac{0.4107 \times 110}{74} + \frac{0.5893 \times 142}{106} \right] \text{ গ্রাম}$$

$$= 1.3986 \text{ বা } 1.40 \text{ গ্রাম (প্রায়)}$$

□ বিভিন্ন নির্দেশক যোগে Na_2CO_3 ও $NaHCO_3$ মিশ্রের প্রশমন : আলোচনা :

বিভিন্ন প্রশমনের ক্ষেত্রে বিভিন্ন নির্দেশকের ভূমিকা পূর্বে আলোচনা করা হইয়াছে। Na_2CO_3 , বিভিন্ন অ্যানিডকে প্রশমিত করে ; এই প্রশমন ক্রিয়াটি দুইটি স্তরে হয় :



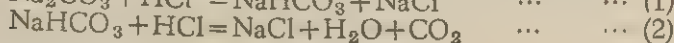
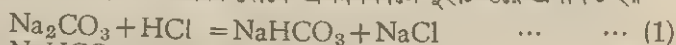
এই প্রশমনের কালে যদি প্রশমনীয় Na_2CO_3 দ্রবণের সহিত ফিনলপ্‌থ্যালিন নির্দেশক ব্যবহার করা যায়, Na_2CO_3 এর ক্ষারীয় আর্দ্রবিশ্লেষের জন্ম, ফিনলপ্‌থ্যালিন লাল হয় ; এই দ্রবণকে HCl যোগে প্রশমন শুরু করিলে, প্রথম স্তর পর্যন্ত প্রশমন (অর্থাৎ যখন $Na_2CO_3 - NaHCO_3$ 'তে রূপান্তরিত হইয়া যায়,) হইলেই ফিনলপ্‌থ্যালিন বর্ণহীন হইয়া যায়, কারণ উৎপন্ন $NaHCO_3$ যদিও ক্ষারীয় কিন্তু ফিনলপ্‌থ্যালিনের বর্ণ লাল রাখিবার মতো যথেষ্ট ক্ষারীয় নয়। এই স্তরে আবার মিথাইল অরেঞ্জ ব্যবহার করিলে কিন্তু দ্রবণটি ক্ষারীয় ($NaHCO_3$ এর জন্ম) বলিয়া বুঝা যায় এবং মিথাইল অরেঞ্জ হলুদ বর্ণ হয়। এই স্তরে আরো HCl যোগ করিয়া, দ্বিতীয় স্তর পর্যন্ত, অর্থাৎ সম্পূর্ণ প্রশমন করার পর, মিথাইল অরেঞ্জ লাল হইয়া যায়।

এই নীতিকে ভিত্তি করিয়া Na_2CO_3 এর অর্ধপ্রশমন, $Na_2CO_3 - NaHCO_3$ মিশ্রের প্রশমন তিত্তিক নানা গণনা করা যায়।

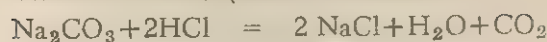
(30) 1.0(N) শক্তির 10 সি. সি. নোডিয়াম কার্বনেট দ্রবণকে ফিনলপ্‌থ্যালিন নির্দেশক যোগে প্রশমিত করিতে 5 সি.সি. 1.0 (N) শক্তির HCl দ্রবণ লাগে ; কেন, ব্যাখ্যা কর।

[উচ্চ মাধ্যমিক, 1978]

Na_2CO_3 দ্রবণ, HCl দ্রবণ যোগে প্রশমনকালে দুইটি স্তরে প্রশমিত হয়—



সমীকরণের শেষ রূপ, দুইটিকে যোগ করিয়া—



106 গ্রাম 2×36.5 গ্রাম

53 গ্রাম 36.5 গ্রাম

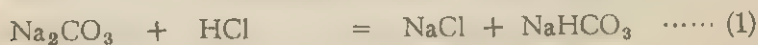
1000 সি. সি. (N) 1000 সি. সি. (N)

অর্থাৎ, সমশক্তির Na_2CO_3 ও HCl , সমআয়তনেই পরস্পরকে প্রশমিত করে।

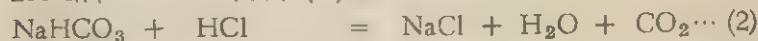
প্রদত্ত সমস্তায়, 10 সি. সি. 1.0 (N) সোডিয়াম কার্বনেটকে প্রশমিত করিতে 5 সি. সি. (বা অর্ধ আয়তন) 1.0 (N) HCl লাগিতেছে।

ইহার কারণ, ফিনোল্‌প্‌থ্যালিন নির্দেশক যোগে Na_2CO_3 কে HCl দ্বারা প্রশমিত করার কালে, অর্ধ আয়তন HCl যোগে 1 নং সমীকরণ অনুসারে NaHCO_3 উৎপন্ন হওয়ার সঙ্গে সঙ্গেই ফিনোল্‌প্‌থ্যালিন বর্ণহীন হইয়া যায়। সেইজন্য, প্রদত্ত 10 সি. সি. Na_2CO_3 এর পূর্ণ প্রশমনের জন্য 10 সি. সি. HCl লাগিলেও, এক্ষেত্রে 5 সি. সি. তেই দ্রবণটি ফিনোল্‌প্‌থ্যালিনকে বর্ণহীন করিতেছে।

(31) Na_2CO_3 এবং NaHCO_3 এর একটি মিশ্রিত দ্রবণের 25 সি.সি.কে ফিনোল্‌প্‌থ্যালিন নির্দেশক ব্যবহারে প্রশমিত করিতে 5 সি.সি. (N/10) HCl দ্রবণের প্রয়োজন হয়; পরে মিথাইল অরেঞ্জ ব্যবহার করিয়া আরো 15 সি.সি. ঐ HCl দ্রবণ প্রয়োজন হয়। ঐ মিশ্রিত দ্রবণের প্রতি লিটারে, লবণ দুইটির পরিমাণ নির্ণয় কর।



106 গ্রাম 1000 সি.সি. (N) 84 গ্রাম



84 গ্রাম 1000 সি.সি. (N)

(1) নং সমীকরণ হইতে দেখা যায় ফিনোল্‌প্‌থ্যালিন নির্দেশক ব্যবহারে 1000 সি. সি. (N) HCl দ্রবণ 106 গ্রাম Na_2CO_3 এর সহিত বিক্রিয়া করিয়া প্রশমন নির্দেশ করে।

এখন 5 সি.সি. (N/10) $\text{HCl} = 5 \times 0.1$ সি.সি. (N) HCl

$= 0.5$ সি.সি. (N) HCl

1000 সি.সি. (N) $\text{HCl} = 106$ গ্রাম Na_2CO_3

$\therefore 0.5$ " " " " $= \frac{106 \times 0.5}{1000}$ বা 0.053 গ্রাম Na_2CO_3

25 সি.সি. মিশ্র দ্রবণে Na_2CO_3 এর পরিমাণ—0.053 গ্রাম

$\therefore 1000$ " " " " " " —(0.053 \times 40) বা 2.12 গ্রাম

আবার (2) নং সমীকরণ হইতে মিথাইল অরেঞ্জ নির্দেশক যোগে 1000 সি.সি. (N) HCl 84 গ্রাম NaHCO_3 কে প্রশমিত করে।

এখন 15 সি.সি. (N/10) $\text{HCl} \equiv 15 \times \frac{1}{10}$ সি.সি. (N) HCl দ্রবণ
 $\equiv 1.5$ সি.সি. (N) " "

সুতরাং 1.5 সি.সি. (N) HCl দ্রবণ, $\frac{1.5 \times 84}{1000}$ গ্রাম

বা 0.126 গ্রাম NaHCO_3 কে প্রশমিত করে,

25 সি.সি. দ্রবণে NaHCO_3 এর পরিমাণ—0.126 গ্রাম

\therefore 1000 " " " " " $\frac{0.126 \times 1000}{25}$ বা 5.04 গ্রাম

এই 5.04 গ্রাম NaHCO_3 এর মধ্যে কিছু NaHCO_3 আদি মিশ্রে ছিল এবং কিছু $\text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3$ এর অর্ধ-প্রশমনে উৎপন্ন।

(1) নং সমীকরণ হইতে দেখা যায়

106 গ্রাম Na_2CO_3 , 84 গ্রাম NaHCO_3 উৎপন্ন করে

\therefore 2.12 " " $\frac{2.12 \times 84}{106}$ " " " "

বা 1.68 " " " "

কিন্তু মোট NaHCO_3 এর পরিমাণ—5.04 গ্রাম

অতএব, আদি মিশ্রে NaHCO_3 ছিল—(5.04 - 1.68) বা 3.36 গ্রাম

সুতরাং মিশ্রে Na_2CO_3 ছিল 2.12 গ্রাম/লিটার

এবং NaHCO_3 ছিল 3.36 গ্রাম/লিটার।

(32) Na_2CO_3 ও NaHCO_3 মিশ্রের একটি দ্রবণের 10 মি. লি. কে ফিনলপ্‌থ্যালিন নির্দেশক যোগে প্রশমিত করিতে 2.5 মি. লি. 0.1(M) H_2SO_4 লাগে। ঐ প্রশম-দ্রবণে মিথাইল অরেঞ্জ নির্দেশক যোগ করিয়া আবার প্রশমন করিতে 2.5 মি. লি. 0.2(M) H_2SO_4 লাগে। মিশ্র দ্রবণটির 1 লিটারে Na_2CO_3 এবং NaHCO_3 এর পরিমাণ নির্ণয় কর। [I. I. T.—1979]

2.5 মি. লি. 0.1(M) $\text{H}_2\text{SO}_4 \equiv 2.5 \times 0.1$ মি. লি. (M) H_2SO_4
 $\equiv 0.25$ মি. লি. (M) H_2SO_4

$2\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 = 2\text{NaHCO}_3 + \text{Na}_2\text{SO}_4 \dots (1)$
 2×106 গ্রাম 1000 মি. লি. (M) 2×84 গ্রাম

এই বিক্রিয়া ত্তরে, অর্থাৎ NaHCO_3 উৎপন্ন হইবার পর, ফিনলপ্‌থ্যালিন বর্ণহীন হইয়া প্রশমন নির্দেশ করে।

\therefore 1000 মি. লি. (M) H_2SO_4 , 212 গ্রাম Na_2CO_3 এর সহিত প্রশমন-নির্দেশ করে

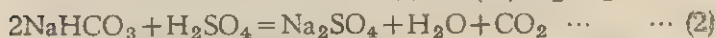
\therefore 0.25 মি. লি. " " 0.212×0.25 " "
 বা 0.053 গ্রাম Na_2CO_3 এর সহিত " "

অতএব 10 মি. লি. মিশ্র দ্রবণে $\text{Na}_2\text{CO}_3 = 0.053$ গ্রাম

\therefore 1000 " " " " $= 5.3$ গ্রাম

দ্বিতীয় স্তরে প্রশমনে, 2.5 মি. লি. 0.2(M) H_2SO_4 লাগিয়াছে

$$2.5 \text{ মি. লি. } 0.2(M) H_2SO_4 \equiv 2.5 \times 0.2 \text{ মি. লি. (M) } H_2SO_4 \\ \equiv 0.50 \text{ মি. লি. (M) } H_2SO_4$$



$$2 \times 84 \text{ গ্রাম } 1000 \text{ মি. লি. (M)}$$

$$\text{অর্থাৎ, } 1000 \text{ মি. লি. (M) } H_2SO_4 \equiv 2 \times 84 \text{ গ্রাম } NaHCO_3 \\ \equiv 0.168 \text{ " "}$$

$$\therefore 0.50 \text{ " " " } \equiv 0.50 \times 0.168 \text{ " " " } \\ \equiv 0.08400 \text{ বা } 0.084 \text{ গ্রাম "}$$

এই 0.084 গ্রাম $NaHCO_3$ এর মধ্যে, কিছু পূর্বেই মিশ্রে বর্তমান ছিল, এবং কিছু সমীকরণ (1) এর বিক্রিয়া অনুযায়ী উৎপন্ন হইয়াছে।

সমীকরণ (1) হইতে—

$$2 \times 106 \text{ গ্রাম } Na_2CO_3 \equiv 2 \times 84 \text{ গ্রাম } NaHCO_3 \\ 0.212 \text{ " " } \equiv 0.168 \text{ " "}$$

$$\therefore 0.053 \text{ গ্রাম } Na_2CO_3 \text{ (10 মি. লি. দ্রবণে ছিল) } \\ = \frac{0.053 \times 0.168}{212} \text{ বা } 0.042 \text{ গ্রাম } NaHCO_3$$

$$\therefore \text{ মিশ্রে পূর্ব হইতেই বর্তমান ছিল (0.084 - 0.042) বা } 0.042 \text{ গ্রাম } NaHCO_3 \\ 10 \text{ মি. লি. দ্রবণে } NaHCO_3 \text{ এর পরিমাণ ছিল } 0.042 \text{ গ্রাম}$$

$$\therefore 1000 \text{ " " " " " " " } 4.2 \text{ "}$$

অতরাং 1 লিটার দ্রবণে Na_2CO_3 ছিল 5.3 গ্রাম, এবং $NaHCO_3$ ছিল 4.2 গ্রাম।

(33) (a) একটি 13% H_2SO_4 দ্রবণের (অর্থাৎ 100 মি.লি. দ্রবণে 13 গ্রাম H_2SO_4 আছে) শক্তি, মোলারিটি ও মোলালিটিতে প্রকাশ কর। ইহার ঘনত্ব 1.020 গ্রাম/মি.লি.। এই H_2SO_4 এর 100 মি.লি. লইয়া কত আয়তন পর্যন্ত লঘু করিলে উহার মাত্রা 1.5 (N) হইবে ?

(b) 30°C ও 0.90 বায়ু চাপে 2 লিটার NH_3 গ্যাস 134 মি.লি. H_2SO_4 দ্রবণকে প্রশমিত করিতে পারে। অ্যাসিডের মাত্রা নর্মালিটিতে নির্ণয় কর।

[I. I. T., 1978]

$$(a) \text{ প্রতি } 1000 \text{ মি.লি. দ্রবণে } 98 \text{ গ্রাম } H_2SO_4 \text{ থাকিলে } H_2SO_4 \text{ দ্রবণের শক্তি } \\ 1 \text{ মোলার বা } 1 (M)$$

$$\text{বা প্রতি } 100 \text{ মি.লি. দ্রবণে } 9.8 \text{ গ্রাম } H_2SO_4 \text{ থাকিলে } H_2SO_4 \text{ দ্রবণের শক্তি } \\ 1 \text{ মোলার বা } 1 (M)$$

$$\therefore \text{ প্রতি } 100 \text{ মি.লি. দ্রবণে } 13 \text{ গ্রাম } H_2SO_4 \text{ থাকিলে } H_2SO_4 \text{ দ্রবণের শক্তি } \\ \frac{13}{9.8} \text{ বা } 1.327 (M)$$

H_2SO_4 দ্রবণের ঘনত্ব—1.020 গ্রাম/মি.লি.

∴ 100 মি.লি. H_2SO_4 দ্রবণের ওজন = 100×1.02 বা 102 গ্রাম

“ “ H_2SO_4 দ্রবণে, H_2SO_4 এর পরিমাণ = 13 গ্রাম

∴ (102 - 13) বা 89 গ্রাম জলে, অবশীভূত H_2SO_4 এর পরিমাণ 13 গ্রাম

সুতরাং 1000 “ “ “ “ “ “ “ $\frac{13 \times 1000}{89}$ গ্রাম

1000 গ্রাম জলে 98 গ্রাম H_2SO_4 অবশীভূত থাকিলে দ্রবণের শক্তি 1 মোলাল

∴ “ “ “ $\frac{13 \times 1000}{89}$ “ “ “ “ “ “ “

$\frac{13 \times 1000}{89 \times 98}$ বা 1.49 মোলাল

H_2SO_4 দ্রবণের শক্তি মোলারিটিতে—1.327 (M)

∴ “ “ “ “ “ “ “ “ নর্মালিটিতে— 2×1.327 (N) বা 2.654 (N)

[H_2SO_4 এর ক্ষেত্রে 1 (M) = 2 (N)]

ধরা যাক, 100 মি.লি. দ্রবণকে লঘু করিয়া 1.5 (N) করার পর আয়তন = x মি.লি.

$V_1 = 100$ মি.লি. $V_2 = x$ মি.লি.

$S_1 = 2.654$ (N) $S_2 = 1.5$ (N)

∴ 100×2.654 (N) = $x \times 1.5$ (N)

$$x = \frac{100 \times 2.654}{1.5} = 176.9 \text{ মি.লি.}$$

অতএব, প্রদত্ত H_2SO_4 এর 100 মি.লি. লইয়া 176.9 মি.লি. পর্যন্ত লঘু করিতে হইবে।

(b) 30°C ও 0.90 বায়ুচাপে অ্যামোনিয়ার আয়তন 2 লিটার

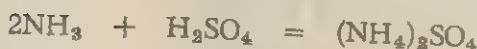
ধরা যাক N.T.P.'তে “ “ “ “ “ “ “

$P_1 = 0.90$ বায়ু চাপ $P_2 = 1$ বায়ু চাপ

$V_1 = 2$ লিটার $V_2 = x$ লিটার

$T_1 = (273 + 30)^\circ A^\circ$ $T_2 = 273.$

$$\therefore \frac{0.90 \times 2}{303} = \frac{1 \times x}{273} \text{ বা, } x = 1.62 \text{ লিটার}$$



2 × 17 গ্রাম . 98 গ্রাম

17 গ্রাম 49 গ্রাম

22.4 লিটার (N.T.P.) 1000 মি.লি. (N)

22.4 লিটার NH_3 — 1000 মি.লি. (N) H_2SO_4 কে প্রশমিত করে

$$\therefore 1.61 \text{ " " } \frac{1.61 \times 1000}{22.4} \text{ বা } 71.8 \text{ " " " " " "}$$

ধরা যাক প্রদত্ত H_2SO_4 এর শক্তি x (N)

$$V_1 = 71.8 \text{ মি.লি.}$$

$$V_2 = 134 \text{ মি.লি.}$$

$$S_1 = 1 \text{ (N)}$$

$$S_2 = x \text{ (N)}$$

$$\therefore 71.8 \times 1 \text{ (N)} = 134 \times x \text{ (N)} \text{ বা } x = 0.53 \text{ (N)}$$

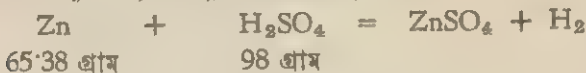
সুতরাং অ্যাসিডের মাত্রা **0.53 (N)**

(34) 0.01 গ্রাম-পরমাণু জিংক ধাতুকে সম্পূর্ণ দ্রবীভূত করিতে কোনো লঘু H_2SO_4 দ্রবণের 90.5 সি.সি লাগে। উৎপন্ন দ্রবণকে সম্পূর্ণ প্রশমিত করিতে আরো 17.5 সি.সি 0.15 (N) কঠিক সোডা দ্রবণ লাগে। অ্যাসিড দ্রবণটির শক্তি নর্মালিটি মাত্রায় নির্ণয় কর এবং উৎপন্ন জিংকের সালফেটের পরিমাণ নির্ণয় কর। [Zn-এর পাঃ ও : -65.38 ; S এর পাঃ ও : 32.00 এবং O এর পাঃ ও : 16.00]

[Jt. Entr. 1979]

1 গ্রাম-পরমাণু জিংক = 65.38 গ্রাম জিংক

$$0.01 \text{ " " " } = 0.6538 \text{ " " "}$$



2000 সি.সি (N)

$$\therefore 0.6538 \text{ গ্রাম} \equiv 20 \text{ সি.সি. (N)}$$

0.6538 গ্রাম বা 0.01 গ্রাম পরমাণু Zn-কে দ্রবীভূত করিতে 20 সি. সি. (N) H_2SO_4 লাগে।

ধরা যাক প্রদত্ত H_2SO_4 দ্রবণের শক্তি x (N)

$$90.5 \text{ সি.সি. } x \text{ (N) } \text{H}_2\text{SO}_4 = 90.5 \times x \text{ সি. সি. (N) } \text{H}_2\text{SO}_4$$

$$\text{আবার } 17.5 \text{ সি. সি. } 0.15 \text{ (N) } \text{NaOH} \equiv 17.5 \times 0.15 \text{ সি.সি. (N) } \text{KOH}$$

$$\equiv 2.625 \text{ সি.সি. (N) } \text{KOH}$$

$$\equiv 2.625 \text{ সি.সি. (N) } \text{H}_2\text{SO}_4$$

অতএব, $90.5 x$ সি.সি. H_2SO_4 এর মধ্যে 2.625 সি.সি. (N) H_2SO_4 অতিরিক্ত রূপে NaOH দ্বারা প্রশমিত হইয়াছিল।

$$\therefore (90.5x - 2.625) \text{ সি.সি. (N) } \text{H}_2\text{SO}_4, \text{ Zn-কে দ্রবীভূত করিয়াছে।}$$

প্রদত্ত সমস্যা অনুসারে,

$$V_1 = (90.5x - 2.625) \text{ সি.সি.}$$

$$V_2 = 20 \text{ সি.সি.}$$

$$S_1 = 1 \text{ (N)}$$

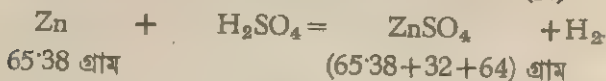
$$S_2 = 1 \text{ (N)}$$

$$(90.5x - 2.625) \times 1 \text{ N} = 20 \times 1 \text{ (N)}$$

$$90.5x = 20 + 2.625$$

$$\therefore x = \frac{22.625}{90.5} = 0.25 \text{ (N)}$$

অতএব প্রদত্ত H_2SO_4 দ্রবণের শক্তি নর্মালিটিতে 0.25 (N)



65.38 গ্রাম

(65.38 + 32 + 64) গ্রাম

1 গ্রাম পরমাণু

161.38 গ্রাম

∴ 0.01 গ্রাম পরমাণু = 1.6138 গ্রাম

সুতরাং উৎপন্ন $ZnSO_4$ এর পরিমাণ = 1.6138 গ্রাম।

(35) একটি এককারীয় জৈব অ্যাসিডের দহনে দেখা গেল 0.100 গ্রাম যৌগ হইতে 0.2525 গ্রাম CO_2 এবং 0.0432 গ্রাম H_2O পাওয়া গেল। 0.122 গ্রাম অ্যাসিডকে প্রশমিত করিতে 10 মি. লি. (N/10) বেরিয়াম হাইড্রক্সাইড দ্রবণ লাগিল। অ্যাসিডটির যথার্থ সংকেত কি? [Jt. Entr. 1979]

10 মি.লি. (N/10) $Ba(OH)_2$ দ্রবণ = $10 \times \frac{1}{10}$ মি.লি. (N) $Ba(OH)_2$ দ্রবণ
= 1 মি.লি. (N) $Ba(OH)_2$ দ্রবণ

1 মি.লি. (N) $Ba(OH)_2$ দ্রবণ, 0.122 গ্রাম অ্যাসিডকে প্রশমিত করে

∴ 1000 " " " " 0.122 × 1000

বা 122 গ্রাম " " "

[1000 মি.লি. (N) যে কোনো ক্ষার দ্রবণ = 1 গ্রাম-তুল্যাক যে কোনো অ্যাসিড]

∴ অ্যাসিডটির তুল্যাকভার = 122

যেহেতু অ্যাসিডটি এককারীয়, অতএব অ্যাসিডের আণবিক গুণক = 122

44 গ্রাম CO_2 এর মধ্যে C এর পরিমাণ 12 গ্রাম

∴ 0.2525 গ্রাম " " " " " " $\frac{0.2525 \times 12}{44}$ গ্রাম

সুতরাং C-এর শতকরা মাত্রা $\frac{100 \times 0.2525 \times 12}{44 \times 0.100}$ বা 68.9%

18 গ্রাম H_2O এর মধ্যে H এর পরিমাণ 2 গ্রাম।

∴ 0.0432 গ্রাম " " " " " " $\frac{2 \times 0.0432}{18}$ গ্রাম

সুতরাং H-এর শতকরা মাত্রা $\frac{100 \times 2 \times 0.0432}{18 \times 0.100}$ বা 4.8%

অতএব O এর শতকরা মাত্রা = $100 - (68.9 + 4.8) = 26.3\%$

মৌল	শতকরা মাত্রা	শতকরা মাত্রা ÷ পাঃ শুঃ	মৌলগুলির পরিমাণ সংখ্যার অনুপাত	নিম্নতম সংখ্যা ধার, ভাগ করার পর পরিমাণ সংখ্যার অনুপাত
C	68.9	$68.9/12 = 5.74$	5.74	$5.74/1.64 = 3.5$
H	4.8	$4.8/1 = 4.80$	4.80	$4.80/1.64 = 3.0$
O	26.3	$26.3/16 = 1.64$	1.64	$1.64/1.64 = 1.0$

$$C:H:O = 3.5 : 3 : 1$$

$$\text{বা } C:H:O = 2 \times 3.5 : 2 \times 3 : 2 \\ = 7 : 6 : 2$$

সুতরাং অ্যাসিডের মূল সংকেত = $C_7H_6O_2$

ধরা যাক ,, প্রকৃত সংকেত = $(C_7H_6O_2)_n$

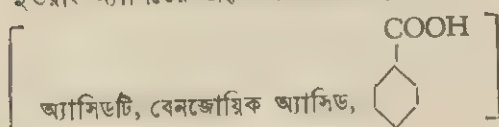
$$\text{অতএব } (C_7H_6O_2)_n = 122$$

$$(7 \times 12 + 6 \times 1 + 2 \times 16)n = 122$$

$$(84 + 6 + 32)n = 122$$

$$122n = 122 \quad \text{বা, } n = 1$$

সুতরাং অ্যাসিডের প্রকৃত সংকেত = $C_7H_6O_2$



(36) কোনো ধাতুর 0.3363 গ্রামকে 73 সি.সি. জলে বিক্রিয়া করাইলে, 27°C উষ্ণতা ও 720 মি.মি. চাপে 190 সি.সি. হাইড্রোজেন উৎপন্ন হয় এবং দ্রবণটি ক্ষারীয় হয়। ধাতুটির তুল্যাকভার নির্ণয় কর এবং দ্রবণটির মাত্রা নর্মালিটিতে গণনা কর। [Cal. I. Sc. 1952]

ধরা যাক, উৎপন্ন H_2 এর N.T.P.'তে আয়তন V সি.সি.

সম্মিলিত গ্যাস সূত্র হইতে,

$$V = \frac{190 \times 720 \times 273}{760 \times 300} = 163.9 \text{ সি.সি.}$$

1 গ্রাম তুল্যাক H \equiv 11200 সি.সি. H_2 গ্যাস (N.T.P.) \equiv 1 গ্রাম তুল্যাক ধাতু

$$\therefore 163.9 \text{ সি.সি. } H_2 \text{ গ্যাস (N.T.P.)} \equiv \frac{1}{11200} \times 163.9 \text{ ,, ,, ,,}$$

ধরা যাক ধাতুর তুল্যাকভার = x

$$\therefore 0.3363 \text{ গ্রাম ধাতু} = \frac{0.3363}{x} \text{ গ্রাম তুল্যাক ধাতু}$$

অতএব অংক অমুখ্যায়ী,

$$\frac{163.9}{11200} = \frac{0.3363}{x}$$

$$\text{বা, } x = 22.96$$

সুতরাং ধাতুটির তুল্যাকভার = 22.96

এখন $\frac{163.9}{11200}$ গ্রাম-তুল্যাক ধাতু, জলের সহিত ক্ষার উৎপন্ন করে।

বা 73 মি.সি. জলে দ্রবীভূত ধাতুর পরিমাণ $\frac{163.9}{11200}$ গ্রাম তুল্যাক

∴ 1000 " " " " " $\frac{163.9}{11200} \times \frac{1000}{73}$ গ্রাম তুল্যাক

অতএব উৎপন্ন ক্ষারের মাত্রা, সংজ্ঞানুসারে—

$$\frac{163.9}{11200} \times \frac{1000}{73} (N) = 0.2004 (N)$$

প্রশ্নাবলী

1. টীকা লিখ (Short notes) :—

অ্যাসিড বা অম্ল, ক্ষার, ক্ষারক, লবণ।

2. 'অ্যাসিডের' সংজ্ঞা কি? অ্যাসিডকে কি কি রূপে শ্রেণীবিন্যাস করা হয়? সংক্ষেপে অ্যাসিড-গুলির সাধারণ ধর্ম আলোচন কর। 'অ্যাসিডের ক্ষারিত্ব' চিহ্ন' কাহাকে বলে? [Jt. Entr. 1979]

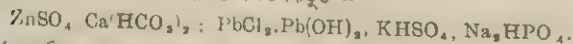
3. 'ক্ষারক' কি? ক্ষারক ও ক্ষারের পার্থক্য কি? 'ক্ষার মাত্রাই' ক্ষারক কিন্তু ক্ষারক মাত্রাই ক্ষার নহে—উক্তিটি আলোচনা কর। ক্ষারের কয়েকটি সাধারণ ধর্ম বিবৃত কর।

ক্ষারের অম্লগ্রাহিত্য সম্বন্ধে সংক্ষিপ্ত টীকা লিখ।

[H. S. 1979]

4. 'লবণ' কাহাকে বলে? টীকা লিখ—অম্ল-লবণ, ক্ষার-লবণ [Jt. Entr. 1979] ও শমিত লবণ।

নিম্নলিখিত লবণগুলি কোন কোন শ্রেণীভুক্ত—



5. 'আম্লবিলেষ' কাহাকে বলে? বিভিন্ন শ্রেণীর লবণের আর্দ্রবিলেষ আলোচনা কর। নিম্নলিখিত লবণগুলির জলীয় দ্রবণে লিটমাসের কি বর্ণ পরিবর্তন হইবে: $\text{AlCl}_3, \text{NaHCO}_3, (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4, \text{NaH}_2\text{PO}_4, \text{Na}_2\text{HPO}_4, \text{Na}_2\text{SO}_4, \text{CuSO}_4.$

[Jt. Entr. '79]

6. 'অম্লাইড' কাহাকে বলে? বিভিন্ন শ্রেণীর অম্লাইড ও উহাদের ধর্ম উপাধরণযোগে আলোচনা কর।

[Jt. Entr. 1978]

7. 'অম্ল, ক্ষার ও লবণের তুল্যাকতার' বলিতে কি বুঝায়? নিম্নলিখিত যৌগগুলির তুল্যাকতার নির্ণয় কর :—



8. 'ষ্ট্যান্ডার্ড দ্রবণ' কাহাকে বলে? 'ষ্ট্যান্ডার্ড দ্রবণের দ্রবীভূত পদার্থের মাত্রা প্রকাশের জন্য কি কি পদ্ধতি অনুসরণ করা হয়? 4% H_2SO_4 দ্রবণটিকে মোলার ও নর্মাল মাত্রায় কিরূপে প্রকাশিত করা হইবে?

9. 'নর্মালিটি মাত্রা' কি? 'নর্মাল দ্রবণের' সহিত 'মোলার দ্রবণের' পার্থক্য কি? 'নর্মালিটি গুণক' কাহাকে বলে? 'নর্মালিটি মাত্র.' হইতে গণনাযোগে 'মোলারিটি মাত্রা'য় কিরূপে পরিবর্তন করা যায়?

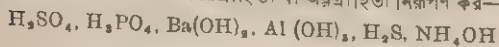
10. টীকা লিখ :—নর্মাল দ্রবণ, ফর্মাল দ্রবণ, মোলার দ্রবণ। 1 লিটার Na_2SO_4 —এর নর্মাল দ্রবণ, ফর্মাল দ্রবণ ও মোলার দ্রবণ প্রস্তুত করিতে যথাক্রমে কত কত গ্রাম H_2SO_4 লাগিবে?

11. একটি সালফিউরিক অ্যাসিডের বোতলের গায়ে মাত্রা নির্দেশ করা আছে—“ওজন অনুপাতে 98% ; আপেক্ষিক ঘন 1.84”। দ্রবণটির শক্তি মোলারিটি মাত্রায় নির্ণয় কর

[I. I. T. '76] [Ans : 18.4(M)]

12. টীকা লিখ : (i) অম্লের ক্ষারগ্রাহিত্য; (ii) ক্ষারের অম্লগ্রাহিত্য।

নিম্নলিখিত যৌগগুলির ক্ষারগ্রাহিত্য বা অম্লগ্রাহিত্য নিরূপণ কর—



13. টীকা লিখ : প্রশমন, নির্দেশক, টাইট্রেশন। অম্লমিতির একটি টাইট্রেশন পরীক্ষা বর্ণনা কর।

14. 'নির্দেশক' শব্দটি ব্যাখ্যা কর।

নিম্নলিখিত প্রশমনগুলির ক্ষেত্রে যথাক্রমে কি নির্দেশক ব্যবহার করিবে এবং কি বর্ণ পরিবর্তন ঘটাবে—

(a) HCl দ্রবণ যোগে অ্যামোনিয়া দ্রবণের প্রশমন (b) HCl দ্রবণ যোগে কষ্টিক সোডা দ্রবণের প্রশমন (c) অ্যাসেটিক অ্যাসিড দ্রবণ যোগে বষ্টিক সোডা দ্রবণের প্রশমন। [Jt. Entr. (Tch.)—1979]

15. কোনো সোডিয়াম কার্বনেট দ্রবণের 50 মি. লি'তে লিটারে 25 গ্রাম হিসাবে সোডিয়াম কার্বনেট আছে। ঐ দ্রবণটিকে লবুকরণ করিয়া 250 মি. লি. করা হইল। এই লবুকৃত দ্রবণের 25 মি. লি'কে প্রশমিত করিতে কোনো সালফিউরিক অ্যাসিড দ্রবণের 28 মি. লি. লাগিল। অ্যাসিডটির শক্তি গ্রাম / লিটারে নির্ণয় কর। $\text{Na}=23, \text{C}=12, \text{S}=32$ ।

[H. S. (Comp.) 1966] (Ans : 82.56% গ্রাম)

16. নিম্নলিখিত দ্রবণগুলিতে জাবের মাত্রা নির্ণয় কর :—

(i) 82 সি. সি. 4% Na_2CO_3 (ii) 100 সি. সি. (N/5) NaOH (iii) 300 সি. সি. (M) H_2SO_4
(iv) 100 সি. সি. (F) NaCl (v) 125 সি. সি. 1.25 (M) HCl.

[Ans : (i) 3.28 গ্রাম (ii) 0.8 গ্রাম (iii) 29.4 গ্রাম (iv) 5.85 গ্রাম (v) 5.70 গ্রাম]

17. (i) 5 গ্রাম H_2SO_4 , 100 সি. সি. জলে দ্রবীভূত করা হইল—দ্রবণটির নমালিটি ও মোলালিটি নির্ণয় কর। [Ans : 1.02 (N), 0.51 (M)]

(ii) প্রতি লিটারে 112 গ্রাম NaOH দ্রবীভূত আছে—এরূপ দ্রবণের নমালিটি নির্ণয় কর।

[Ans. 2.8 (N)]

(iii) একটি ডেসিনমাল দ্রবণের কত সি. সি.-র মধ্যে 0.5 গ্রাম $\text{Ca}(\text{OH})_2$ থাকিবে ?

(Ans : 135.13 সি. সি.)

(iv) 0.125 নমাল HNO_3 দ্রবণের মধ্যে কত গ্রাম/লিটার HNO_3 আছে ?

(Ans : 81.75 গ্রাম/লিটার)

(v) কোনো কষ্টিক সোডা দ্রবণে লিটার প্রতি দ্রবণে 4.5 গ্রাম NaOH দ্রবীভূত আছে : এরূপ দ্রবণের 800 সি. সি.-তে কি আয়তন জল যোগ করিলে দ্রবণটি সঠিক (N/10) হইবে ?

(Ans : 100 সি. সি.)

18. 1.12 (N/10) কষ্টিক সোডা দ্রবণের 25 মি. লি.-কে পূর্ণ প্রশমিত করিতে কোনো সালফিউরিক অ্যাসিডের 24 মি. লি. লাগিল। ঐ অ্যাসিডের শক্তি—নমালিটি ও গ্রাম/লিটারে নির্ণয় কর। [1 মি. লি.

1 সি. সি. ধরিয়া লইতে পারা যায় ; S এর পারমাণবিক ওজন = 32]

[H. S. 1961]

(Ans : 0.1166N ; 5.7184 গ্রাম/লিটার)

19. একটি লব্ধ HCl দ্রবণের 100 মি. লি.-কে একটি লব্ধ NaOH দ্রবণের 200 মি. লি. যোগে পূর্ণ প্রশমন করা হইল ; দ্রবণটিকে বাষ্পীভবন করিয়া 5.85 গ্রাম কঠিন অবশেষ পাওয়া গেল। HCl ও NaOH দ্রবণের শক্তি নমালিটি মাত্রায় নির্ণয় কর। [Jt. Entr. (Tch.) 1979]

[Ans : HCl 1(N) ; NaOH (N/2)]

20. 1.3456 গ্রাম সোডিয়াম কার্বনেটকে জলে দ্রবীভূত করিয়া দ্রবণের আয়তন 250 সি. সি. করা হইল। এই দ্রবণের 25 মি. সি.-কে প্রশমিত করিতে কোনো সালফিউরিক অ্যাসিড দ্রবণের 24.5 মি. সি. লাগিল। সোডিয়াম কার্বনেট দ্রবণ ও সালফিউরিক অ্যাসিড দ্রবণের নমালিটি নির্ণয় কর। [C. U. I Sc. 1952 ; P. U.—1963] [Ans : Na_2CO_3 —0.01155(N) ; H_2SO_4 —0.10216(N)]

21. 0.08 (N) মাত্রায় সোডিয়াম হাইড্রকসাইড দ্রবণের 25 মি. সি., 0.09(N) মাত্রায় সোডিয়াম কার্বনেট দ্রবণের 20 মি. সি'র সহিত মিশ্রিত করা হইল ; ক্ষারীয় মিশ্রণটির নমালিটি মাত্রা কত হইবে ?

[Ans : 0.094(N)]

উপরোক্ত মিশ্র ক্ষারের 30 সি. সি. প্রশমিত করিতে কোন সালফিউরিক অ্যাসিড দ্রবণের 50 মি. সি. লাগে। অ্যাসিডটির শক্তি নমালিটি মাত্রায় নির্ণয় কর। (H. S. 1962) [Ans : 0.0564(N)]

22. 100 মি. লি. (N/10) (নর্মালিটি গুণক $f=1.25$) সালফিউরিক অ্যাসিড দ্রবণে 0.53 গ্রাম সোডিয়াম কার্বনেট যোগ করা হইল : উৎপন্ন মিশ্রটি অম্লীয় না ক্ষারীয় ?

উপরোক্ত মিশ্রটিকে প্রশমিত করিতে 0.75 (N/10) শক্তির কি আয়তন অম্ল বা ক্ষার প্রয়োজন হইবে ?
(H. S. 1964) (Ans : মিশ্র দ্রবণটি অম্লীয় হইবে ; মিশ্র দ্রবণটিকে প্রশমিত করিতে প্রস্তুত শক্তির ক্ষারের নির্ণয় আয়তন = 33.3 মি. লি.)

23. (i) 1500 মি. লি. (N/10) H_2SO_4 দ্রবণের সহিত 250 মি. লি. জলে 0.53 গ্রাম সোডিয়াম কার্বনেটের ত্রাণ যুক্ত করিয়া আংশিক প্রশমন করা হইল : অবশিষ্ট অ্যাসিডের শক্তি নর্মালিটি মাত্রায় নিরূপণ কর।
(P. U. 1964) [Ans : 0.08 (N)]

24. একটি দ্বি-ক্ষারীয় অম্লের আণবিক ওজন 126 ; ঐ অ্যাসিডের 1.4175 গ্রাম 250 মি. সি. দ্রবণে বর্তমান আছে—একদ্রবণের 22.5 মি. সি.কে প্রশমিত করিতে 25 মি. সি. NaOH দ্রবণের প্রয়োজন হইল। ঐ NaOH দ্রবণের 10 মি. সি.কে প্রশমিত করিতে আবার কোনো H_2SO_4 দ্রবণের 8 মি. সি. লাগে। H_2SO_4 দ্রবণের শক্তি নির্ণয় কর।
[Ans : 0.1013 (N)]

25. কোনো দ্বি-ক্ষারীয় অম্লের 0.315 গ্রামের জলীয় দ্রবণকে প্রশমিত করিতে 1.2 (N/10) শক্তির 41.7 মি. লি. কষ্টিক সোডা দ্রবণ লাগে। অম্লটির আণবিক ওজন নির্ণয় কর। [H. S. (Comp.) 1971]
(Ans : 126)

26. 95% বিশুদ্ধ একদ্রবণ একটি NaOH নমুনার 10 গ্রাম জলে দ্রবীভূত করিয়া দ্রবণের আয়তন 200 মি. সি. করা হইল। এই দ্রবণের সহিত 50 মি. সি. 1.5(N) HCl দ্রবণ মিশাইয়া, পরে আরো জল যোগ করিয়া মোট আয়তন 500 মি. সি. করা হইল। উৎপন্ন দ্রবণ আয়িক না ক্ষারীয় ? নর্মালিটিতে দ্রবণটির মাত্রা কত ? [North Bengal P. U. 1963]
[Ans : ক্ষারীয় ; 0.325 (N)]

27. 1.17 আপেক্ষিক গুরুত্ব বিশিষ্ট 100 গ্রাম HCl দ্রবণে 33.4 গ্রাম HCl আছে। প্রতি মি. সি. 'তে 0.042 গ্রাম NaOH আছে একদ্রবণ একটি NaOH দ্রবণের 5 লিটারকে প্রশমিত করিতে ঐ অ্যাসিডের কত লিটার লাগিবে ?
[Ans : 0.49 লিটার]

28. 90 আণবিক ওজন বিশিষ্ট কোন অ্যাসিডের 0.75 গ্রামকে প্রশমিত করিতে 16.6 মি. লি. (N) NaOH দ্রবণের প্রয়োজন। অ্যাসিডটির ক্ষারগ্রাহিতা নির্ণয় কর। [Delhi Pre Med, 1962]
(Ans : 2)

29. A ও B দুইটি অ্যাসিডের, যথাক্রমে 10 মি. লি. ও 40 মি. লি. 'কে প্রশমিত করিলে 25 মি. লি. (N) Na_2CO_3 দ্রবণের প্রয়োজন হয় ; A ও B এর কত আয়তন একত্র মিশ্রিত করিলে (N) অ্যাসিড দ্রবণ পাওয়া যাইবে ? [Benaras Inter. 1954]
(Ans : A : 200 মি. লি. এবং B : 800 মি. লি.)

30. একটি বাণিজ্যিক সালফিউরিক অ্যাসিডের ঘনত্ব 1.84 গ্রাম / লিটার ; এই অ্যাসিডের 10 মি. লি. 'কে জলমিশ্রিত করিয়া 1 লিটার করা হইল। এই লব্ধকৃত অ্যাসিডের 20 মি. সি. 'কে প্রশমিত করিতে 60 মি. সি. (N/10) NaOH দ্রবণ লাগিল। ঐ অ্যাসিডের বিশুদ্ধতা গণতরফা মাত্রায় নির্ণয় কর।
[Rajputana, 1954] [Ans : 81.67%]

31. (N/2) এবং (N/10) মাত্রা বিশিষ্ট দুইটি অম্লকে কি অনুপাতে মিশ্রিত করিলে মিশ্রণের মাত্রা 0.25(N) হইবে ?
[Ans : 3 : 5]

32. 25 মি. লি. (N/10) Na_2CO_3 দ্রবণ (নর্মালিটি গুণক $f=1.05$) প্রশমিত করিতে কোনো সালফিউরিক অ্যাসিড দ্রবণের 19.5 মি. লি. লাগে। অ্যাসিডটির শক্তি নর্মালিটি মাত্রায় এবং গ্রাম/লিটার মাত্রায় নির্ণয় কর। ঐ অ্যাসিডের কি আয়তন লইয়া লব্ধকরণ করিয়া 1 লিটার করিলে দ্রবণটি সঠিক 'ডেসিনমাল' হইবে ? [H. S. Comp. 1964]
[Ans : 1.34 (N/10) 6.566 গ্রাম/লিটার ; 742.94 মি. লি. আয়তন অ্যাসিডকে লব্ধকরণ করিয়া 1 লিটার করিলে দ্রবণটি সঠিক ডেসিনমাল হইবে।]

33. কোনো (N/10) HCl অ্যাসিড দ্রবণের 25 মি. সি. 'কে প্রশমিত করিতে 22.5 মি. সি. NaOH দ্রবণ লাগিল ; এই NaOH দ্রবণের 1 লিটারে কি পরিমাণ জল যোগ করিলে দ্রবণটি সঠিক (N/10) হইবে।

[Jt. Entr.—1978] [Ans : 111 মি. সি.]

৩৬. কোনো HCl দ্রবণের 10 মি. সি. কে স্বার্থ প্রণয়িত করিতে কোনো NaOH দ্রবণের 15 মি. সি. লাগে। আবার ঐ একই HCl দ্রবণের 10 মি. সি. অতিরিক্ত AgNO₃ দ্রবণের সহিত 0.1485 গ্রাম HgCl₂ উৎপন্ন করে। NaOH দ্রবণটির শক্তি গ্রাম / লিটারে নির্ণয় কর। [Ag এর পাঃ ওঃ—108, [Jt. Entr. 1975] [Ans : 0.066 (N)]

৩৭. H₂SO₄ এবং HCl-এর একটি মিশ্র দ্রবণ আছে; উহার 10 মি. সি.-কে সম্পূর্ণ প্রণয়িত করিতে (N/8) শক্তির 16 মি. সি. NaOH দ্রবণ লাগে। পূর্বাঙ্ক অ্যাসিড মিশ্রের 20 মি. সি.-র সহিত অতিরিক্ত BaCl₂ দ্রবণ যোগ করিয়া 0.3501 গ্রাম BaSO₄ পাওয়া গেল। মিশ্রটির মধ্যে HCl-এর মাত্রা গ্রাম / লিটারে নির্ণয় কর। (Ba-এর পারমাণবিক ওজন 137) (Jt. Entr. 1976) [Ans : 1.825 গ্রাম / লিটার]

৩৮. সোডিয়াম কার্বনেট ও সোডিয়াম বাইকার্বনেটের একটি মিশ্রের 1.48 গ্রামকে জলে দ্রবীভূত করিয়া দ্রবণের আয়তন 250 মি. সি. করা হইল। এই দ্রবণের 25 মি. সি.-কে প্রণয়িত করিতে কোনো 0.12(N) শক্তির H₂SO₄ দ্রবণের 20.85 মি. সি. লাগে। মিশ্রটির মধ্যে সোডিয়াম কার্বনেট ও সোডিয়াম বাইকার্বনেটের শতকরা মাত্রা কি ছিল? (C. U. I. Sc. 1958) [Ans : Na₂CO₃—71.6%, NaHCO₃—28.4%]

৩৯. একটি অমিশ্রিত CaCO₃ নমুনার 0.50 গ্রাম লইয়া, 50 মি. লি. 0.0985(N) HCl এতে দ্রবীভূত করা হইল। বিক্রিয়ার শেষে অতিরিক্ত HCl কে প্রণয়িত করিতে 6.0 মি. লি. 0.105(N) NaOH দ্রবণ প্রয়োজন হয়। CaCO₃ নমুনাটিতে CaCO₃-এর শতকরা মাত্রা নির্ণয় কর। [I. I. T. 1971] [Ans : 42.95%]

৪০. একটি ম্যাগনেসিয়াম ধাতুর নমুনাতে কিছু MgO অশুদ্ধি আছে। ঐ নমুনাকে 125 মি. লি. 0.1(N) H₂SO₄ এতে দ্রবীভূত করিয়া, 27.3°C উষ্ণতা ও 1 বায়ুচাপে উৎপন্ন হাইড্রোজেনের পরিমাণ দেখা গেল 120.1 মি. লি.। অতঃপর দ্রবণের মাত্রা নির্ণয় করিয়া দেখা গেল যে উহা 0.02(N) H₂SO₄ এর দ্রবণ।

(i) দ্রবীভূত নমুনার ওজন নির্ণয় কর, এবং (ii) নমুনাটিতে Mg এর শতকরা মাত্রা নির্ণয় কর (এখানে কোন আয়তনের পরিবর্তন, উপেক্ষা করা যাইবে)। [Ans : (a) 0.1235 গ্রাম (b) 95.94%]

৪১. একটি 0.50 গ্রাম অমিশ্রিত CaCO₃ নমুনাকে 50 মি. লি. 0.0985(N) HCl দ্রবণে দ্রবীভূত করা হইল। বিক্রিয়ার শেষে অতিরিক্ত HCl কে প্রণয়িত করিতে 6.0 মি. লি. 0.105(N) NaOH-দ্রবণের প্রয়োজন হয়। ঐ নমুনাতে CaCO₃ এর শতকরা মাত্রা নির্ণয় কর। [I. I. T. 1971] [Ans : 42.95%]

৪২. এক টুকরা মার্বেলের ওজন 0.53 গ্রাম; উহার সহিত 20 মি. সি. কোন HCl দ্রবণ মিশ্রিত করা হইল এবং পাতের উত্তর শুষ্ক হইবার পর বাকী মার্বেলকে ধৌত ও শুষ্ক করিয়া দেখা গেল উহার ওজন 0.53 গ্রাম। ব্যবহৃত HCl দ্রবণের নর্মালিটি কত? [Ans : 2 (N)]

৪৩. একটি খড়মাটির (CaCO₃) নমুনাতে কিছু CaSO₄ অমিশ্রিত আছে। ইহার 1 গ্রাম লইয়া 230 মি. সি. (N/10) HCl এর সহিত বিক্রিয়া করানোর পর, অতিরিক্ত HCl কে প্রণয়িত করিতে 8.0 মি. সি. 0.45 (N) NaOH দ্রবণ লাগে। নমুনাটিতে CaCO₃ এবং CaSO₄ এর শতকরা মাত্রা কত? [Ans : CaCO₃ : 97% ; CaSO₄ : 3%]

৪৪. 2.5 গ্রাম অ্যামোনিয়াম ফোরাইডকে গাঢ় সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড দ্রবণের সহিত উত্তপ্ত করা হইল এবং উৎপন্ন অ্যামোনিয়া (NH₃) গ্যাসকে 50 মি. সি. (N) H₂SO₄ দ্রবণে চালনা করা হইল, দেখা গেল দ্রবণটিতে যে অ্যাসিড অবশিষ্ট রহিয়াছে উহাকে প্রণয়িত করিতে (N/2) শক্তির 20 মি. সি. NaOH দ্রবণ লাগিতেছে। ব্যবহৃত অ্যামোনিয়াম ফোরাইডটির বিশুদ্ধতা শতকরা মাত্রার নির্ণয় কর। (Ans : 85.6%)

৪৫. 10.0 মি. লি. (NH₄)₂SO₄ দ্রবণে অতিরিক্ত পরিমাণ NaOH যোগে স্ফটন করিয়া উৎপন্ন 23H₂ গ্যাস 50.0 মি. লি. 0.100 (N) HCl-এতে চালিত করা হইল। উৎপন্ন HCl কে প্রণয়িত করিতে, 10 মি. সি. 0.2 (N) NaOH দ্রবণ প্রয়োজন হয়। 1 লিটার দ্রবণের মধ্যে, (NH₄)₂SO₄ এর মাত্রা নির্ণয় কর। [Ans : 19.8 গ্রাম]

44. 1.524 গ্রাম NH_4Cl কে জলে দ্রবীভূত করিয়া, 50 সি. সি. (N) KOH দ্রবণ যুক্ত করা হইল ও ফুটন করা হইল। NH_3 সম্পূর্ণরূপে দ্রবীভূত হইবার পর, দ্রবণকে শীতল করিয়া প্রশমিত করিতে 30.95 সি. সি. (N) H_2SO_4 দ্রবণ লাগিল। NH_4Cl নমুনাটিতে, NH_3 শক্ত করা মাত্রা নির্ণয় কর। [Cal. I.Sc. 1991] [Ans : 21.25%]

45. 10 গ্রাম কণারের সহিত অতিবিক্ত H_2SO_4 এর বিক্রিয়ায় যে SO_2 পাওয়া যায় উহাকে (N/2) Na_2CO_3 দ্রবণের 1 লিটারের মধ্যে চালিত করা হইল। অবিকৃত Na_2CO_3 এর পরিমাণ নির্ণয় কর। [Cu=63] [C. U. I. Sc.] [Ans : 9.68 গ্রাম]

46. একটি CaCO_3 নমুনা শক্ত করা CO_2 বিশুদ্ধ; কি পরিমাণ CaCO_3 ব্যবহার করিলে, উৎপন্ন CO_2 1 লিটার (N) NaOH দ্রবণকে সম্পূর্ণরূপে Na_2CO_3 করিবে? [C. U. I. Sc.] [Ans : 8.83 গ্রাম]

47. কোনো অ্যাসিড দ্রবণের 50 সি. সি. দ্রবণকে (অ্যাসিডের মাত্রা 30 গ্রাম/লিটার) প্রশমিত করিতে (N/2) ক্ষত্রিয়ার দ্রবণের 65.2 সি. সি. লাগে। অ্যাসিডটির আণবিক ওজন 92 হইলে, উহার ক্ষারগ্রাহিতা কত? [Ans : 2]

48. 10 গ্রাম CaCl_2 এর সহিত সম্পূর্ণ বিক্রিয়া করিতে 100 মি. লি. Na_2CO_3 দ্রবণ লাগে; বিক্রিয়ার শেষে কোনো সোডিয়াম কার্বনেট অতিরিক্ত থাকে না। Na_2CO_3 দ্রবণটির শক্তি নমালিটি মাত্রায় নির্ণয় কর।

পূর্বে যে বিক্রিয়াটি বর্ণিত হইল, ঐ বিক্রিয়ায় উৎপন্ন অধঃক্ষেপকে জলে সম্পূর্ণরূপে দ্রবীভূত করিতে N. T. P'তে কি পরিমাণ CO_2 লাগিবে?

দ্রবীভূত করার পর যে স্বচ্ছ দ্রবণটি পাওয়া যাইবে, উহাকে ফুটন করিলে কি ঘটিবে—সমীকরণসহ বর্ণনা কর। [H. S. 1966] [Ans : 1.8 (N) ; 2.0182 লিটার]

$\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 - \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$; দ্রবণটি উৎপন্ন CaCO_3 এর অত্রাবা মাদা অধঃক্ষেপের জন্ম পুনরায় অথচ্ছ হইয়া যাইবে]

49. 7.46 গ্রাম KCl কে দ্রবীভূত করিয়া 1 লিটার দ্রবণ করা হইল। এই দ্রবণের 20 মি. লি. কে 18 মি. লি. কোনো AgNO_3 দ্রবণ যোগে বিক্রিয়া করাইতে সমস্ত প্রোবাইড অত্রাবা দিলভার কোবাইড রূপে অধঃক্ষপ্ত হইল। AgNO_3 দ্রবণটির নমালিটি ও উৎপন্ন AgCl এর পরিমাণ নির্ণয় কর।

[Ans : 0.111(N) এবং 0.287 গ্রাম]

50. KOH ও Na_2CO_3 এর একটি মিশ্র দ্রবণকে প্রশমনকালে দেখা গেল যে ফিনলপথ্যালিন নির্দেশক ব্যবহার করিলে 15 মি. লি. (N/10) HCl দ্রবণ লাগে; কিন্তু ঐ একই দ্রবণে মিথাইল অরেঞ্জ নির্দেশক ব্যবহার করিলে, একই HCl দ্রবণের 25 মি. লি. পরোজন হয়। দ্রবণে KOH ও Na_2CO_3 এর পরিমাণ গ্রামে নির্ণয় কর। [Delhi H. S. 1953]

[Ans : 0.05 গ্রাম ও Na_2CO_3 এবং 0.014 গ্রাম KOH]

51. কোন একটি দ্বিফাণীয় জৈব অ্যাসিডের 0.25 গ্রাম লইয়া জলে দ্রবীভূত করিয়া আয়তন 100 মি. লি. করা হইল; ঐ দ্রবণের 10 মি. লি. কে প্রশমিত করিতে (N/30) মাত্রায় 12.3 মি. লি. NaOH দ্রবণ লাগে। অ্যাসিডটির আণবিক ওজন নির্ণয় কর। [Ans : 121.92]

52. একটি দ্বিফাণীয় জৈব অ্যাসিডের বিশ্লেষণ ফল : 0.2496 গ্রাম অ্যাসিড হইতে 0.3168 গ্রাম CO_2 এবং 0.0864 গ্রাম H_2O পাওয়া গেল; 0.1092 গ্রাম অ্যাসিডকে প্রশমিত করিতে 21 সি. সি. (N/10) NaOH দ্রবণ লাগিল। অ্যাসিডটির সঠিক নামকত নির্ণয় কর ও রেখাসংকেতে প্রকাশ কর।

[Agra B. Sc. 1964] [Ans : $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_4$; $\text{CH}_2\text{C}(\text{COOH})_2$]

ববম অধ্যায়

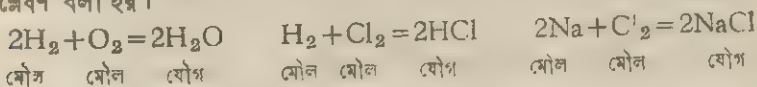
জারণ ও বিজারণ

রাসায়নিক বিক্রিয়ার প্রকারভেদ—জারণ-বিজারণ—সাধারণ সংজ্ঞা—জারক ও বিজারক পদার্থ—পরমাণুর গঠন—ইলেকট্রন, প্রোটন ও নিউট্রন : জারণ ও বিজারণের ইলেকট্রনীয় ব্যাখ্যা—জারণ সংখ্যা—জারণ সংখ্যাযোগে জারণ-বিজারণ ক্রিয়ার সমীকরণ—তড়িত বিভব বা তড়িত বানায়নিক পটায় তড়িত রাসায়নিক পর্ষায় বিস্তারের উপযোগিতা।

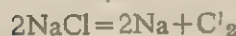
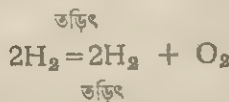
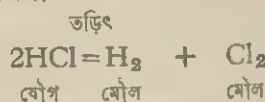
রাসায়নিক বিক্রিয়ার প্রকারভেদ (Types of Chemical Reaction)

মোল মোলের সহিত, মোল যোগের সহিত বা যোগ যোগের সহিত নানারূপ রাসায়নিক বিক্রিয়া করিয়া থাকে। এই বিক্রিয়াগুলিকে কতকগুলি শ্রেণিতে বিভক্ত করা যায়।*

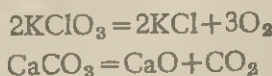
● **সংশ্লেষণ (Synthesis) :** যে বিক্রিয়ায় একটি যোগ পদার্থের উৎপাদনে, উহার উপাদান মোলগুলি বিক্রিয়করূপে ক্রিয়া করে, ঐ জাতীয় বিক্রিয়াকে ‘সংশ্লেষণ’ বলা হয়।



● **বিশ্লেষণ (Analysis) :** যে বিক্রিয়ায় কোন যোগ সম্পূর্ণরূপে উপাদান মোলে বিভাজিত হইয়া যায়, ঐ জাতীয় বিক্রিয়াকে ‘বিশ্লেষণ’ বলা হয়। বিশ্লেষণ, সংশ্লেষণের বিপরীত বিক্রিয়া।

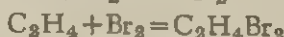
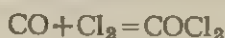


● **বিয়োজন (Decomposition) :** যে বিক্রিয়ায় যোগের অপেক্ষাকৃত জটিল অণু সরলতর একাধিক যোগ (অথবা মোল এবং যোগ) অণুতে বিভাজিত হয়, ঐ জাতীয় বিক্রিয়াকে ‘বিয়োজন’ বলা হয়।

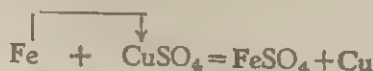
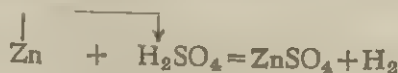


* ‘What happens when’ বা ‘কি বিক্রিয়া ঘটে’ এরূপ প্রশ্নগুলির উত্তরকালে, বিক্রিয়া বর্ণনা কালে, বিক্রিয়াটি কোন শ্রেণীর তাহার উল্লেখ করা প্রয়োজন হয়।

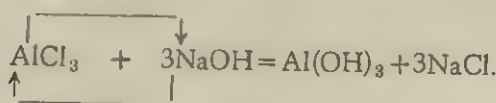
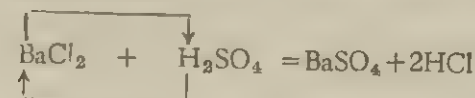
● **সংযোজন (Addition)**: যে বিক্রিয়ায় একাধিক সরলতর যৌগের অণু সংযুক্ত হইয়া বৃহত্তর অণুর অল্প যৌগিক উৎপন্ন করে, এই জাতীয় বিক্রিয়াকে সংযোজন বলা হয়। সংযোজন বিযোজনের বিপরীত বিক্রিয়া।



● **প্রতিস্থাপন (Displacement)**: যে বিক্রিয়ায় কোন মৌলের পরমাণু, কোন যৌগের মধ্যস্থ অপর কোন মৌলের পরমাণুকে স্থানচ্যুত করিয়া উহার স্থান অধিকার করে (এবং স্থানচ্যুত মৌলটি মৌলরূপে বিমুক্ত হয়), এই জাতীয় বিক্রিয়াকে 'প্রতিস্থাপন' বলা হয়।

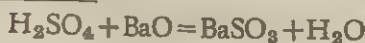
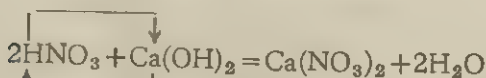
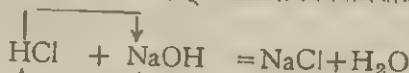


● **যুগ্ম প্রতিস্থাপন (Double displacement or metathetical reaction)**: যে বিক্রিয়ায় দুইটি যৌগের মধ্যে, উভয়ের মৌল পরমাণুগুলি পারস্পরিক প্রতিস্থাপন করে—এই জাতীয় বিক্রিয়াকে 'যুগ্ম-প্রতিস্থাপন' বলা হয়।

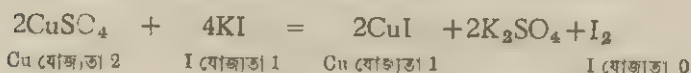
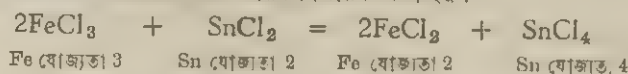


সংক্ষিপ্ত সংকেতে, $\text{AB} + \text{CD} = \text{AD} + \text{BC}$

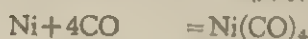
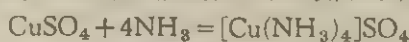
● **প্রশমন (Neutralisation)**: যে বিক্রিয়ায় বিক্রিয়ক পদার্থগুলি অম্ল ও ক্ষারক এবং বিক্রিয়ালব্ধ পদার্থগুলি লবণ ও জল—এই জাতীয় বিক্রিয়াকে, প্রশমন বলা হয়। প্রশমন বিক্রিয়া, যুগ্ম-প্রতিস্থাপন বিক্রিয়ারই বিশেষ রূপ।



● **জারণ-বিজারণ (Oxidation-Reduction) :** যে বিক্রিয়ায় বিক্রিয়কগুলির মধ্যস্থ এক বা একাধিক মোলের বিক্রিয়া শেষে যোজ্যতার পরিবর্তন ঘটে—এ জাতীয় বিক্রিয়াগুলিকে ‘জারণ-বিজারণ’ বলা হয়।



● **জটিল যৌগ গঠন (Complex formation) :** যে বিক্রিয়ায় ধাতব লবণ বা ধাতু, ‘যোজক অণু বা আয়নের’ (ligands) সহিত যুক্ত হইয়া জটিল যৌগিকে পরিণত হয়, এই জাতীয় বিক্রিয়াকে ‘জটিল যৌগ গঠন বিক্রিয়া’ বলা হয়।



● **পারমাণবিক পুনর্বিন্যাস (Molecular rearrangement) :** যে বিক্রিয়ায় বিক্রিয়ক পদার্থ, অন্য কোন পদার্থ ছাড়াই, বিক্রিয়া শেষে নতুন পারমাণবিক পুনর্বিন্যাসসহ নতুন অণু গঠন করিয়া সম্পূর্ণ ভিন্ন শ্রেণীর যৌগে পরিণত হয়—এ জাতীয় বিক্রিয়াকে পারমাণবিক পুনর্বিন্যাস বলা হয়।



অ্যামোনিয়াম সায়ানেট ইউরিয়া

● **শৃংখলায়ন (Polymerisation) :** যে বিক্রিয়ায় বিক্রিয়কের বহু সংখ্যক অণু পরস্পর একত্র সংবদ্ধ হইয়া—শৃংখলের দ্বারা বহু অণুর মিলিত রূপের একটি নতুন অণু ও নতুন যৌগ গঠন করে, এই জাতীয় বিক্রিয়াকে ‘শৃংখলায়ন’ বলা হয়।



জারণ-বিজারণঃ সাধারণ আলোচনা

(Oxidation-Reduction—General Discussion)

রাসায়নিক নানা বিক্রিয়াগুলির মধ্যে জারণ-বিজারণ জাতীয় বিক্রিয়াগুলি বিশেষ গুরুত্বপূর্ণ এবং প্রায়শঃই ঘটে বলিয়া ইহাদের বিশদ আলোচনা আবশ্যিক।

জারণ এবং বিজারণ বস্তুতঃ দুইটি পৃথক বিক্রিয়া, কিন্তু এককভাবে ইহাদের কোনোটিই ঘটে না বলিয়া অনেক সময় একত্রে উহাদের উল্লেখ করা হয়। প্রতি জারণ বিক্রিয়ার সহিত বিজারণও ঘটে এবং কোন বিজারণ বিক্রিয়া ঘটিলেই উহার সহিত জারণ-বিক্রিয়াও ঘটে।

□ জারণ (Oxidation) :

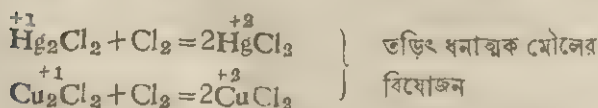
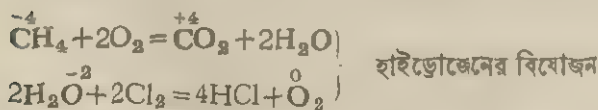
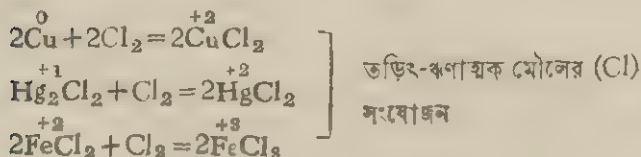
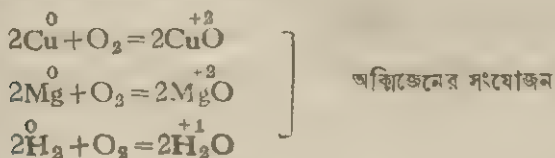
যে বিক্রিয়ায়,

● বিক্রিয়কের সহিত অক্সিজেন বা অন্য কোন তড়িৎ-ঋণাত্মক (electro-negative) মৌল যুক্ত হয় ;

● বিক্রিয়ক হইতে হাইড্রোজেন বা অন্য কোন তড়িৎ ধনাত্মক (electro-positive) মৌল বিযুক্ত হয় ;

● বিক্রিয়কের মধ্যস্থ কোন মৌলের যোজ্যতা বৃদ্ধি ঘটে—এ বিক্রিয়াকে, জারণ বলা হয়।

এই সংজ্ঞার উদাহরণগুলি যথাক্রমে—



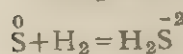
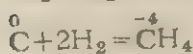
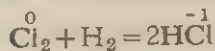
উপরোক্ত প্রতি উদাহরণেই, জারণের পূর্বে ও পরে জারিত মৌলের যোজ্যতা (সংকেতে মৌলের নীর্ধে সংখ্যা দ্বারা) প্রদর্শিত হইয়াছে। দেখা যায় প্রতি ক্ষেত্রেই, জারণ শেষে জারিত মৌলের যোজ্যতার বৃদ্ধি ঘটিয়াছে।

□ বিজারণ (Reduction) :

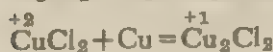
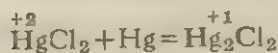
যে বিক্রিয়ায়—

- বিক্রিয়কের সহিত হাইড্রোজেন বা অন্য তড়িৎ-ধনাত্মক মৌল যুক্ত হয় ;
- বিক্রিয়ক হইতে অক্সিজেন বা অন্য কোন তড়িৎ-ঋণাত্মক মৌল বিযুক্ত হয় ;
- বিক্রিয়কের মধ্যস্থ কোনো মৌলের যোজ্যতার হ্রাস ঘটে—

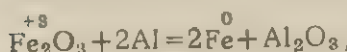
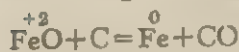
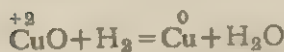
এ বিক্রিয়াকে বিজারণ বলা হয়। এই সংজ্ঞার উদাহরণগুলি যথাক্রমে,



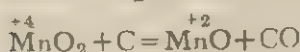
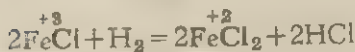
হাইড্রোজেনের সংযোজন



তড়িৎ-ধনাত্মক মৌলের সংযোজন



অক্সিজেনের বিযোজন



তড়িৎ-ঋণাত্মক

মৌলের বিযোজন

উপরোক্ত প্রতি উদাহরণেই, বিজারণের পূর্বে ও পরে, বিজারিত মৌলের যোজ্যতা (সংকেতে মৌলের শীর্ষের সংখ্যার দ্বারা) প্রদর্শিত হইয়াছে। দেখা যায় প্রতি ক্ষেত্রেই, বিজারণ শেষে বিজারিত মৌলের যোজ্যতা হ্রাস পাইয়াছে।

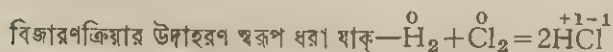
□ জারণ ও বিজারণ একত্রে ঘটে (Oxidation & reduction takes place simultaneously) :

জারণ ও বিজারণ কোনোটিই এককভাবে ঘটে না—উভারা একত্রে, একই কালে ঘটয়া থাকে। অর্থাৎ, কোনো পদার্থের জারণ ঘটিলে, ঐ বিক্রিয়ার মধ্যেই অপর কোন সহ-পদার্থের বিজারণও ঘটয়া থাকে এবং বিপরীতক্রমে কোন পদার্থের বিজারণ ঘটিলে, ঐ বিক্রিয়ার মধ্যেই, অপর কোন সহপদার্থের জারণ ঘটিয়া থাকে।

এই দ্বিধাস্ততির প্রমাণস্বরূপ জারণক্রিয়ার যে কোন একটি পূর্বপ্রদত্ত উদাহরণ ধরা যাক ; যথা, $2\overset{0}{\text{Cu}} + \overset{0}{\text{O}_2} = 2\overset{+2}{\text{CuO}}$

এই বিক্রিয়ায়, Cu অক্সিজেনের সহিত যুক্ত হইয়াছে ও উহার যোজ্যতার বৃদ্ধি ঘটয়াছে ; অর্থাৎ Cu জারিত হইয়াছে। আবার, অক্সিজেনকে ভিত্তি করিয়া বিচার

করিলে, উহার সহিত তড়িৎ-ধনাত্মক মৌল Cu যুক্ত হইয়াছে ও উহার যোজ্যতার হ্রাস (O^{-2}) ঘটিয়াছে; অর্থাৎ অক্সিজেন বিজারিত হইয়াছে। সুতরাং জারণ ও বিজারণ একত্রেই ঘটিয়াছে।



এই বিক্রিয়ায় Cl-এর সহিত হাইড্রোজেন যুক্ত হইয়াছে এবং উহার যোজ্যতার হ্রাস ঘটিয়াছে; অর্থাৎ Cl বিজারিত হইয়াছে। আবার H-কে ভিত্তি করিয়া আলোচনা করিলে, উহার সহিত তড়িৎ ঋণাত্মক মৌল Cl যুক্ত হইয়াছে এবং উহার যোজ্যতার বৃদ্ধি ঘটিয়াছে; অর্থাৎ H জারিত হইয়াছে। সুতরাং, জারণ ও বিজারণ পরস্পর অবচ্ছেদ্য।



এই বিক্রিয়ায় অত্যন্তম বিক্রিয়ক $FeCl_3 \rightarrow FeCl_2$ রূপে বিজারিত হইয়াছে; একই কালে $SnCl_2 \rightarrow SnCl_4$ রূপে জারিত হইয়াছে। সুতরাং জারণ ও বিজারণ একত্রেই ঘটে।

□ জারক ও বিজারক পদার্থের সহজ নিরীক্ষা :

জারক পদার্থগুলি সহজে বিজারিত হইবার ক্ষমতা সম্পন্ন; ইহাদের নির্ণয়ের সহজ নিরীক্ষা : ইহার।

● লঘু পটাশিয়াম আয়োডাইডের দ্রবণকে হলুদবর্ণের আয়োডিন দ্রবণে পরিণত করে।

● প্রায় বর্ণহীন লঘু ফেরাস লবণের দ্রবণকে, হলুদবর্ণের ফেরিক লবণের দ্রবণে পরিণত করে।

● বর্ণহীন H_2S গ্যাসের জলীয় দ্রবণ হইতে শুভ্র সালফার (কোলয়েড রূপে), উৎপন্ন করে।

বিজারক পদার্থগুলি সহজে জারিত হইবার ক্ষমতাসম্পন্ন; ইহাদের নির্ণয়ের সহজ নিরীক্ষা : ইহার।

● হলুদবর্ণ লঘু আয়োডিনের দ্রবণকে, বর্ণহীন আরোডাইড আগ্নেয়যুক্ত দ্রবণে পরিণত করে।

● লঘু হলুদ বর্ণের ফেরিক লবণের দ্রবণকে, প্রায় বর্ণহীন ফেরাস লবণের দ্রবণে পরিণত করে।

● লঘু পটাশিয়াম পার্ম্যাংগানেট দ্রবণের গোলাপী বর্ণকে বর্ণহীন করে।

● লঘু পটাশিয়াম ডাইক্রোমেটের দ্রবণের কমলা বর্ণকে, সবুজ বর্ণ করে।

□ কয়েকটি প্রচলিত জারক ও বিজারক পদার্থ :

জারক পদার্থ : F_2 , O_2 , Cl_2 , Br_2 , I_2 , O_3 , H_2O_2 , $K_2Cr_2O_7$, $KMnO_4$, গাঢ় H_2SO_4 , গাঢ় HNO_3 ইত্যাদি।

বিজারক পদার্থ : H_2 , বিভিন্ন ধাতু সমূহ, SO_2 , H_2S , $Na_2S_2O_3$, H_2SO_3 , ফেরাস লবণ সমূহ, HNO_2 , ইত্যাদি।

পরমাণুর গঠন : ইলেকট্রন, প্রোটন, নিউট্রন

(Atomic Structure : Electron, Proton and Neutron)

পরমাণু মাত্রেরি অতি-পারমাণবিক (subatomic) তিনপ্রকার কণার সমবায়ে উৎপন্ন হয়। এই কণাগুলি ইলেকট্রন (electron), প্রোটন (proton) ও নিউট্রন (neutron)। এই কণাগুলির ভর (a. m. u. এককে) এবং আধান (charge) (একটি হাইড্রোজেন আয়ন বা H^+ -এর আধানকে +1 ধরিয়া) যথাক্রমে—

কণা	আধান	ভর
ইলেকট্রন	-1	নগণ্য
প্রোটন	+1	1
নিউট্রন	0	1

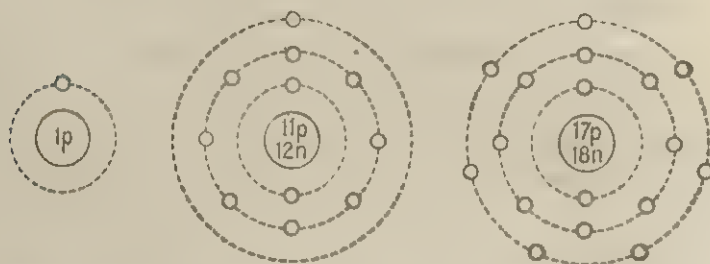
একটি মৌলের পরমাণু, অযুক্ত অবস্থায় থাকাকালীন উহার মোট আধান শূন্য থাকে, অর্থাৎ ঐ পরমাণুর মোট প্রোটন সংখ্যা উহার মোট ইলেকট্রন সংখ্যার সমান হয়। কোন মৌল পরমাণুর একস-রশ্মি বর্ণালী পরীক্ষার (X-ray spectra) ফল হইতে, ঐ মৌল পরমাণুর মধ্যস্থ প্রোটন সংখ্যা, বা ইলেকট্রন সংখ্যা জানা যায়। এই সংখ্যাটিকে মৌলের ‘পরমাণু-ক্রমাংক’ (atomic number) বলা হয়।

কোন মৌলের পারমাণবিক ওজন হইতে পরমাণু-ক্রমাংক বিয়োগ করিয়া যে সংখ্যাটি পাওয়া যায়, উহাই মৌলটির পরমাণুর মধ্যস্থ নিউট্রনের সংখ্যা।

অতএব, যে কোন মৌল পরমাণুর, পরমাণু-ক্রমাংক ও পারমাণবিক ওজন জানা থাকিলে—মৌল পরমাণুটির মধ্যস্থ, ইলেকট্রন, প্রোটন ও নিউট্রন সংখ্যাগুলি জানা যায়। যথা—

মৌল পরমাণু	পরমাণু- ক্রমাংক	পারমাণবিক ওজন	ইলেকট্রন সংখ্যা	প্রোটন সংখ্যা	নিউট্রন সংখ্যা = পারমাণবিক ওজন — পরমাণু ক্রমাংক
H	1	1	1	1	1 - 1 = 0
Cl	17	(প্রায়) 35	17	17	35 - 17 = 18
Na	11	23	11	11	23 - 11 = 12
Mg	12	24	12	12	24 - 12 = 12
Fe	26	(প্রায়) 56	26	26	56 - 26 = 30

মৌলের পরমাণুতে, ভারী প্রোটন ও নিউট্রন মিলিয়া একটি কেন্দ্রীয় বা নিউক্লিয়াস (nucleus) গঠিত হয়; এই কেন্দ্রীয়ের বাহিরে, বিভিন্ন বৃত্তাকার* কক্ষপথে ইলেকট্রনগুলি আবর্তনশীল থাকে। নিয়ে উদাহরণস্বরূপ কয়েকটি পরমাণুর গঠন দেওয়া হইল—



হাইড্রোজেন পরমাণু
 $n =$ নিউট্রন

সোডিয়াম পরমাণু
 $p =$ প্রোটন
চিত্র 9.1

ক্লোরিন পরমাণু
 $O =$ ইলেকট্রন

কোন পরমাণু যখন অযুক্ত অবস্থায় থাকে, তখন উহার নিউক্লিয়াসের মোট আধান, বহিঃকক্ষস্থ ইলেকট্রনগুলির মোট আধানের সমান থাকে বলিয়া পরমাণুর কোন চূড়ান্ত ধনাত্মক বা ঋণাত্মক আধান থাকে না।

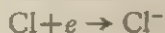
কোন পরমাণু হইতে ইলেকট্রন বিযুক্ত হইলে বা কোন পরমাণুতে ইলেকট্রন যুক্ত হইলে—ফলস্বরূপ, পরমাণুটির প্রোটন ও ইলেকট্রন সংখ্যাগুলি অসমান হইয়া যায়। প্রোটন সংখ্যা এক থাকিয়া, ইলেকট্রন বিযুক্ত হইলে, অর্থাৎ আদি পরমাণু অপেক্ষা ইলেকট্রন সংখ্যা কম হইয়া গেলে, পরমাণুটির ধনাত্মক আধান দেখা দেয়; অত্বরূপভাবে, প্রোটন সংখ্যা এক থাকিয়া—ইলেকট্রন যুক্ত হইলে অর্থাৎ আদি পরমাণু অপেক্ষা ইলেকট্রন সংখ্যা অধিক হইয়া গেলে, পরমাণুটির ঋণাত্মক আধান দেখা দেয়। এই আধানযুক্ত অবস্থাগুলিতে পরমাণুকে ‘আয়ন’ (ion) বলা হয়। আয়নে, পরমাণুর ধর্ম আর থাকে না—উহা নূতন ধর্মসম্পন্ন হয়।

Na পরমাণু [$e = 11, p = 11, n = 12$] হইতে ইলেকট্রন বিযুক্ত হইলে ইহার পরিবর্তিত রূপ হয়—[$e = 10, p = 11, n = 12$]; অর্থাৎ 11 p ও 10 e -এর মোট আধান দাঁড়ায় +1। এই অবস্থাটিকে বলা হয়, সোডিয়াম আয়ন Na^+ । সংক্ষেপে, এই পরিবর্তনটি $Na - e \rightarrow Na^+$

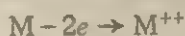
অত্বরূপভাবে, Cl পরমাণুর [$e = 17, p = 17, n = 18$] সহিত ইলেকট্রনযুক্ত হইলে, ইহার পরিবর্তিত রূপ হয়—[$e = 18, p = 17, n = 18$]; অর্থাৎ 17 p ও

* নটিক বিচারে কক্ষপথ উপবৃত্ত কারও হয়। দ্বিতীয় খণ্ডের আলোচনা, দ্রষ্টব্য।

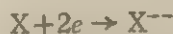
18e-এর যুক্ত ফলস্বরূপ মোট আধান দাঁড়ায় -1। এই অবস্থাটিকে বলা হয় ক্লোরাইড আয়ন Cl^- । সংক্ষেপে এই পরিবর্তনটি—



একইভাবে, কোন আধানহীন স্বাভাবিক পরমাণু হইতে দুইটি ইলেকট্রন বিযুক্ত হইলে, ইহা নিম্নরূপে ধনাত্মক আয়নে পরিণত হয়—



আবার, কোন পরমাণুতে দুইটি ইলেকট্রন যুক্ত হইলে, ইহা নিম্নরূপে ঋণাত্মক আয়নে পরিণত হয়—



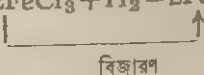
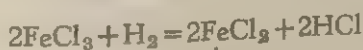
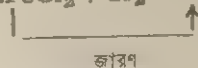
অধিকাংশ যৌগেই, বিশেষ করিয়া লবণগুলিতে, উপাদান মৌলগুলি আয়নরূপেই যুক্ত ও অবস্থিত থাকে। যথা—

$NaCl$ [Na^+ , Cl^-], $ZnSO_4$ [Zn^{++} , SO_4^{--}] $FeCl_3$ [Fe^{+++} , $3Cl^-$], $FeCl_2$ [Fe^{++} , $2Cl^-$] ইত্যাদি।

জারণ ও বিজারণঃ ইলেকট্রনীয় ব্যাখ্যা

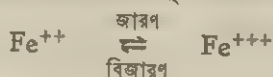
জারণ ও বিজারণের পূর্বপ্রদত্ত সংজ্ঞাগুলিতে এখন ইলেকট্রনীয় ব্যাখ্যা দেওয়া যায় এবং পূর্বপ্রদত্ত সংজ্ঞার সহিত আধুনিক ইলেকট্রনীয় ব্যাখ্যার সম্পর্কের যে সামঞ্জস্য তাহা আলোচনা করা যায়।

পূর্বে আলোচিত হইয়াছে, সকলপ্রকার জারণের ফলেই যোজ্যতার বৃদ্ধি ঘটে ও সকল প্রকার বিজারণের ফলেই যোজ্যতা হ্রাস পায়। ফেরাস লবণগুলি [Fe : যোজ্যতা 2] যে বিক্রিয়ায় ফেরিক লবণে [Fe : যোজ্যতা 3] পরিণত হয়, উহাকে জারণ এবং বিপরীত বিক্রিয়া অর্থাৎ ফেরিক লবণ হইতে ফেরাস লবণে পরিণত হওয়াকে বিজারণ বলা হয়।

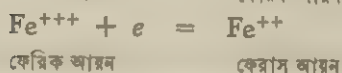
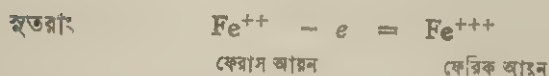
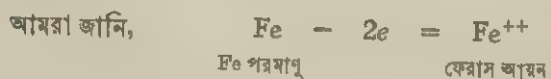


ফেরাসের অল্প লবণগুলি, যেমন ফেরাস সালফেট, ফেরাস নাইট্রেট, এগুলিও অল্পরূপভাবে জারিত হইয়া যথাক্রমে ফেরিক সালফেট ও ফেরিক নাইট্রেটে পরিণত হয়। বিপরীতক্রমে, অল্প ফেরিক লবণগুলি যেমন ফেরিক সালফেট, ফেরিক নাইট্রেট এগুলি বিজারিত হইয়া যথাক্রমে ফেরাস সালফেট, ফেরাস নাইট্রেটে পরিণত হয়।

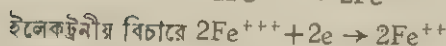
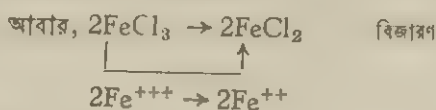
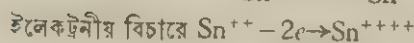
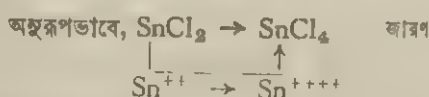
অর্থাৎ, মূলে—এই সকল লবণেরই 'জারণ—ফেরাস অংশ ফেরিক অংশে', এবং 'বিজারণ—ফেরিক অংশ ফেরাস অংশে' পরিণত হয়। এখন সকল ফেরিক লবণেই Fe , Fe^{+++} আয়নরূপে থাকে এবং সকল ফেরাস লবণেই Fe , Fe^{++} আয়নরূপে থাকে। সুতরাং, জারণ-বিজারণের মূল প্রক্রিয়াটি



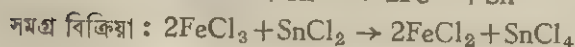
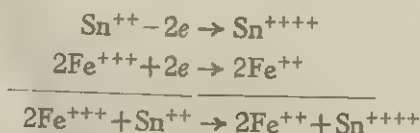
ইলেকট্রনীয় গঠনের আলোকে উপরোক্ত পরিবর্তন, ইলেকট্রন যুক্ত বা বিযুক্ত হওয়ার ফলে ঘটে ;



অর্থাৎ একটি ইলেকট্রন বিযুক্ত হওয়ার ফলেই ফেরাস হইতে ফেরিকে পরিবর্তন বা জারণ ঘটে ; এবং একটি ইলেকট্রন যুক্ত হওয়ার ফলেই ফেরিক হইতে ফেরাসে পরিবর্তন বা বিজারণ ঘটে।

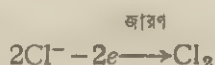


দুইটি বিক্রিয়া একত্রে ঘটিলে, Sn^{++} হইতে বিযুক্ত দুইটি ইলেকট্রন এবং $2Fe^{+++}$ এর ক্ষেত্রে যুক্ত দুইটি ইলেকট্রন পরস্পর সাম্য করিবে এবং মোট জারণ-বিজারণ একত্রেই ঘটিবে।

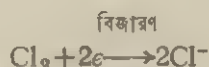


অধাতু মৌলের ক্ষেত্রেও এই ব্যাখ্যাটি সমভাবে প্রযোজ্য :

কোন বিক্রিয়ায় ক্লোরাইড যখন ক্লোরিনে পরিণত হয় তখন জারণ ঘটে—



আবার কোন বিক্রিয়ায় ক্লোরিন যখন ক্লোরাইড আয়নে পরিণত হয় তখন বিজারণ ঘটে—



সুতরাং ইলেকট্রনীয় ব্যাখ্যা চইতে প্রমাণ হয়—

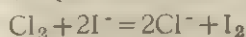
● ইলেকট্রন বিযোজন বিক্রিয়াগুলি—জারণ বিক্রিয়া।

● ইলেকট্রন সংযোজন বিক্রিয়াগুলি—বিজারণ বিক্রিয়া।

যে যৌগ পদার্থগুলি ইলেকট্রন দাতা (যেমন, SnCl_2) উহারা বিজারক পদার্থ। উহারা ইলেকট্রন ছাড়িয়া সহজে জারিত হয়।

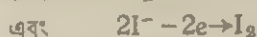
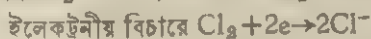
যে যৌগ পদার্থগুলি ইলেকট্রন-গ্রহীতা (যেমন, FeCl_3) উহারা জারক পদার্থ। উহারা ইলেকট্রন গ্রহণ করিয়া সহজে বিজারিত হইয়া যায়।

উদাহরণ : পরা যাক একটি রাসায়নিক বিক্রিয়া নিম্নরূপে দেখান হইল—



এই বিক্রিয়ায়, ইলেকট্রনীয় বিচারে কোন্টি জারক ও কোন্টি বিজারক ?

এই বিক্রিয়ায় $\text{Cl}_2 \rightarrow 2\text{Cl}^-$, এবং $2\text{I}^- \rightarrow \text{I}_2$ হইয়াছে।



অতএব, Cl_2 ইলেকট্রন গ্রহীতা বা জারক ; এবং আয়োডাইড আয়ন (I^-) ইলেকট্রন দাতা বা বিজারক।

□ জারক-বিজারক পদার্থের তুল্যাংকভার :

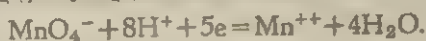
ইলেকট্রনের আদান-পদানের ভিত্তিতে জারণ-বিজারণ ঘটয়া থাকে।

জারক পদার্থের যে ওজন একটি ইলেকট্রন গ্রহণ করে, ঐ ওজনকে 'জারক পদার্থের তুল্যাংকভার' বলা হয়।

বিজারক পদার্থের যে ওজন একটি ইলেকট্রন বর্জন করে, ঐ ওজনকে 'বিজারক পদার্থের তুল্যাংকভার' বলা হয়।

উদাহরণ :

পার্ম্যাংগানেট আয়ন (MnO_4^-) একটি জারক পদার্থ ; ইলেকট্রনীয় বিচারে ইহার অগ্রীকৃত দ্রবণে ইলেকট্রন গ্রহণের সমীকরণ—



অর্থাৎ একটি MnO_4^- আয়ন (বা এক অণু KMnO_4) 5টি ইলেকট্রন গ্রহণ করে ; অতএব পূর্বপ্রদত্ত সংজ্ঞানুসারে

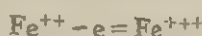
$$\text{KMnO}_4 \text{ এর তুল্যাংকভার} = \frac{\text{KMnO}_4 \text{ এর আণবিক ওজন}}{5}$$

অনুরূপভাবে, অম্লীকৃত দ্রবণে ডাইক্রোমেট আয়ন ($\text{Cr}_2\text{O}_7^{--}$) একটি জারক পদার্থ ; যথা, $\text{Cr}_2\text{O}_7^{--} + 14\text{H}^+ + 6\text{e} = 2\text{Cr}^{+++} + 7\text{H}_2\text{O}$.

অর্থাৎ একটি $\text{Cr}_2\text{O}_7^{--}$ আয়ন (বা 1 অণু $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) 6টি ইলেকট্রন গ্রহণ করে ; সুতরাং সংজ্ঞানুসারে

$$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \text{ এর তুল্যাংকভার} = \frac{\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \text{ এর আণবিক ওজন}}{6}$$

Fe^{++} বা ফেরাস আয়ন (ফেরাস সালফেট) একটি বিজারক পদার্থ ; ইলেকট্রনীয় বিচারে ইহার বিজারণ ক্রিয়া—



অর্থাৎ, একটি Fe^{++} আয়ন (বা 1 অণু FeSO_4) 1টি ইলেকট্রন বর্জন করে ; সুতরাং সংজ্ঞানুসারে

$$\text{FeSO}_4 \text{ এর তুল্যাংকভার} = \frac{\text{FeSO}_4 \text{ এর আণবিক ওজন}}{1}$$

□ জারণ সংখ্যা (Oxidation number) :

যে কোন যৌগের মধ্যে, মৌলগুলি একটি নির্দিষ্ট যোজ্যতায়ুক্ত হইয়া অবস্থান করে। যেহেতু মৌলের যোজ্যতা জারণ-বিজারণের সহিত প্রত্যক্ষভাবে জড়িত, মৌলের প্রদর্শিত যোজ্যতার মাত্রা মৌলটির জারণ বা বিজারণের মাত্রাও স্থচিত করে। যৌগের মধ্যে মৌলের যোজ্যতাবাচক যে সংখ্যা, ঐ সংখ্যাকে জারণ সংখ্যা (Oxidation number) বা যোজ্যতা সংখ্যা (Valency number) বলা হয়।

কোন যৌগের মধ্যে কোন মৌলের জারণ সংখ্যা বলিতে—মৌলটির অযুক্ত অবস্থা হইতে ঐ যৌগে মৌলটি যে অবস্থায় আছে, ঐ অবস্থায় পৌঁছানোর জন্য প্রয়োজনীয় জারণ বা বিজারণের মাত্রা বুঝায়। জারণ-সংখ্যা ধনাত্মক (+) ও ঋণাত্মক (-) উভয় চিহ্ন দ্বারাই প্রকাশিত হয়। যৌগে, মৌলের জারণ-সংখ্যা ধনাত্মক হইলে মৌলের জারণ ঘটিয়াছে বুঝায়, এবং যৌগে, মৌলের জারণ-সংখ্যা ঋণাত্মক হইলে মৌলের বিজারণ ঘটিয়াছে বুঝায়।

জারণ-সংখ্যা নির্ণয়ের ক্ষেত্রে কয়েকটি স্বতঃসিদ্ধ নিয়ম প্রযোজ্য হইয়া থাকে।

● যে কোন মৌলের অযুক্ত অবস্থায়, জারণ সংখ্যা শূন্য (0) ;

● যুক্ত অবস্থায়—

(i) হাইড্রোজেনের জারণ সংখ্যা সর্বদাই +1 (ব্যতিক্রম কয়েকটি তীব্র তড়িৎ ধনাত্মক ধাতুর ধাতব হাইড্রাইড, যেমন, NaH ; এক্ষেত্রে হাইড্রোজেনের জারণ সংখ্যা -1)।

(ii) অক্সিজেনের জারণ সংখ্যা সর্বদাই -2 (ব্যতিক্রম পারক্সাইড যৌগগুলি, যেমন H_2O_2 , Na_2O_2 —এগুলির ক্ষেত্রে, অক্সিজেনের জারণ সংখ্যা -1 ; F_2O যৌগে, F এর জারণ সংখ্যা -1, এবং O এর জারণ সংখ্যা +2)।

(iii) ধাতুর পরমাণুর জারণ সংখ্যা সর্বদাই ধনাত্মক।*

(iv) আয়ন বা যৌগমূলকের জারণ সংখ্যা, উহাদের যৌজ্যতার সমান। (যেমন SO_4 এর জারণ সংখ্যা -2 ; NH_4 এর জারণ সংখ্যা +1)।

(v) যে কোন যৌগে—পৃথক পৃথকভাবে মৌলগুলির জারণসংখ্যাগুলির (+ ও - চিহ্ন সমেত) যোগফল, সর্বদাই শূন্য।

উদাহরণ : HNO_3 , NH_3 , H_2SO_4 , $KMnO_4$, $HClO_4$, CH_4 , CO_2 , CaH_2 —এই যৌগগুলিতে, রেখাংকিত মৌলগুলির জারণসংখ্যা নির্ণয় কর।

HNO_3 : এই যৌগে, H-এর জারণ সংখ্যা +1 ; 3টি O-এর জারণসংখ্যা $3 \times -2 = -6$; এবং যৌগটিতে মৌলগুলির জারণ সংখ্যার সমষ্টি শূন্য (0)।

N-এর জারণ সংখ্যা যদি x ধরা যায়—

$$+1 + x - 6 = 0, \quad \text{বা } x = +5$$

NH_3 : এই যৌগে H-এর জারণ সংখ্যা +1 এবং 3H-এর মোট জারণ সংখ্যা $3 \times +1 = +3$; N-এর জারণ সংখ্যা যদি x হয়, নিম্নানুসারে, $x + 3 = 0$, বা $x = -3$ ।

H_2SO_4 : ধরা যাক, এই যৌগে S-এর জারণ সংখ্যা x ; পূর্বের তায়—

$$2 \times (+1) + x + 4 \times (-2) = 0$$

$$+2 + x - 8 = 0, \quad \text{বা } x = +6$$

$KMnO_4$: ধরা যাক এই যৌগে Mn-এর জারণ-সংখ্যা x ; পূর্বের তায়—

$$1 \times (+1) + x + 4 \times (-2) = 0$$

$$+1 + x - 8 = 0, \quad \text{বা } x = +7$$

$HClO_4$: ধরা যাক, Cl-এর জারণ-সংখ্যা x ; পূর্বের তায়

$$1 \times (+1) + x + 4 \times (-2) = 0$$

$$+1 + x - 8 = 0, \quad \text{বা } x = +7$$

* কোন কোন ধাতব হাইড্রাইডে, যেমন SbH_3 , ধাতুর জারণ সংখ্যা ঋণাত্মক ; SbH_3 $-3 + 3$

CH_4 : ধরা যাক, C-এর জারণ সংখ্যা x ; পূর্বের তায়

$$x + 4 \times (+1) = 0, \quad \text{বা } x = -4$$

CO_2 : ধরা যাক C-এর জারণ সংখ্যা x ; পূর্বের তায়

$$x + 2 \times (-2) = 0, \quad \text{বা } x = +4$$

CaH_2 : ধরা যাক প্রতি H-এর জারণ সংখ্যা x ; পূর্বের তায়

$$2 \times (+1) + 2x = 0 : \quad \text{বা } x = -1$$

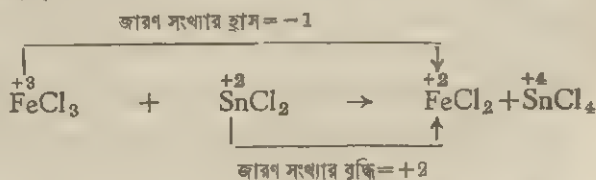
□ জারণ-সংখ্যা যোগে, জারণ-বিজারণ ক্রিয়ার সমীকরণ (Balancing oxidation reduction reactions by oxidation number method) :

জারণ সংখ্যাগুলি নির্ণয়ের পর, ইহাদের সাহায্যে জারণ-বিজারণ ক্রিয়াগুলির সমীকরণ সহজেই লেখা যায়। জারণ-সংখ্যা হইতে, জারণ-বিজারণ ক্রিয়ার পূর্ণ সমীকরণে উপনীত হইতে যে পদ্ধতি অগ্রসরণ করা হয়, উহা তিনটি স্তরে বিভক্ত—

1. জারণ-বিজারণ বিক্রিয়াটির বিক্রিয়ক ও বিক্রিয়ালব্ধ পদার্থগুলি যথাযথ সংকেতসহ সমীকরণের উভয় পাশে লেখা হয় এবং যে মৌলগুলি জারিত ও বিজারিত হয়, তাহাদের যথাযথ জারণ সংখ্যা মৌল সংকেতের শীর্ষে লেখা হয় ; যথা—

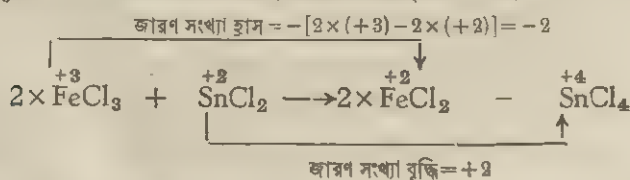


2. জারণ সংখ্যার হ্রাস বা বৃদ্ধি যে অল্পপাতে ঘটিয়াছে উহা গণনা করিয়া নিম্নলিখিত ভাবে লেখা হয়—



3. যেহেতু জারণ ও বিজারণ সমমাত্রায় ঘটে পূর্বোক্ত সমীকরণে বিক্রিয়ক ও বিক্রিয়ালব্ধ পদার্থগুলির জারণ-সংখ্যার হ্রাস ও বৃদ্ধিকে উপযুক্ত গুণনীয়ক দ্বারা গুণ করিয়া সমান করা হয়।

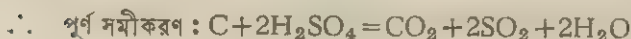
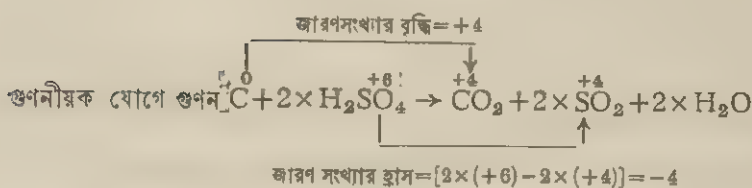
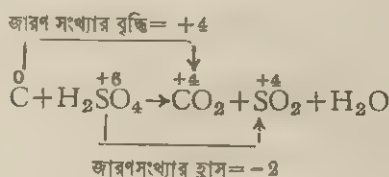
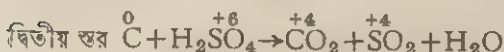
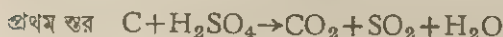
উপরোক্ত সমীকরণে জারণ সংখ্যা হ্রাস = জারণ সংখ্যা বৃদ্ধি করিতে হইলে FeCl_3 অংশটিকে গুণনীয়ক 2 দ্বারা গুণ করিতে হইবে। অর্থাৎ



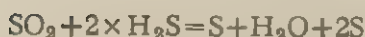
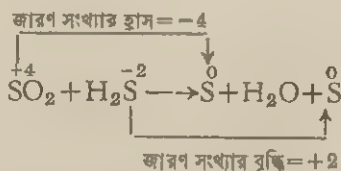
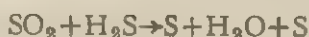
সুতরাং, পূর্ণ সমীকরণ : $2\text{FeCl}_3 + \text{SnCl}_2 = 2\text{FeCl}_2 + \text{SnCl}_4$

এই পদ্ধতির সমীকরণের আরো কয়েকটি উদাহরণ :—

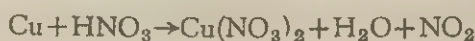
● কার্বনের সহিত গাঢ় H_2SO_4 -এর বিক্রিয়া :—



● সালফার ডায়ক্সাইডের সহিত হাইড্রোজেন সালফাইডের বিক্রিয়া :

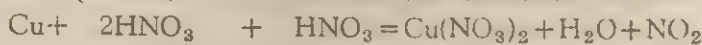


● কপারের সহিত উত্তপ্ত ও গাঢ় নাইট্রিক অ্যাসিডের বিক্রিয়া :



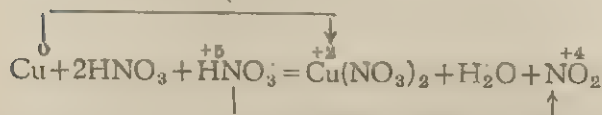
এই বিক্রিয়ার HNO_3 , Cu কে জারিত করিয়া $Cu(NO_3)_2$ -এতে পরিণত করে। আবার প্রতি Cu পরমাণু জারিত হইবার পর উহাকে লবণে পরিণত করিতে

দুইটি NO_3 মূলক বা দুই অণু HNO_3 লাগে। এই লবণ উৎপাদক HNO_3 অংশটি সমীকরণে পৃথকভাবে, অতিরিক্ত বিক্রিয়করূপে লেখা প্রয়োজন।

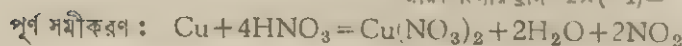
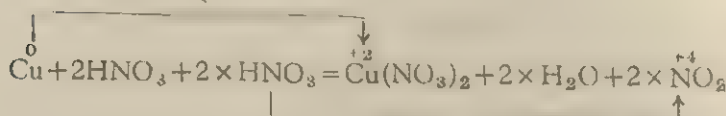


লবণ উৎপাদক জারক

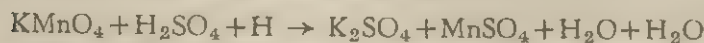
জারক সংখ্যার বৃদ্ধি = +2



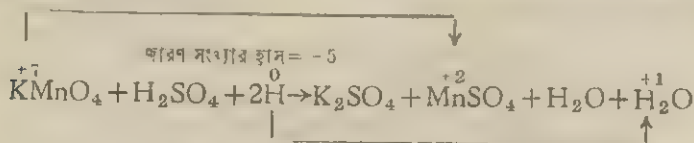
জারণ সংখ্যার বৃদ্ধি = +2



● জায়মান (nascent) হাইড্রোজেনের সহিত অক্সিজেন (acidified) পটাশিয়াম পারমাংগানেট দ্রবণের বিক্রিয়া :



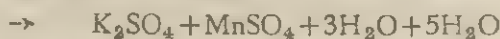
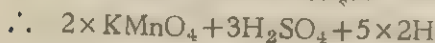
এই বিক্রিয়ায় বামদিকে বিক্রিয়ক H (1 পরমাণু H) কিন্তু ডানদিকে জারিত পদার্থ H_2O (2 পরমাণু H) ; স্চনাতেই, বামদিকে H কে 2 দ্বারা গুণ করা দরকার। পরে লেখা যায়—



জারণ সংখ্যার বৃদ্ধি প্রতি H পরমাণু পিছু, +1 ; H_2 অণুতে +2

∴ মোট জারণ সংখ্যা বৃদ্ধি = $2 \times (+1) = +2$

জারণ সংখ্যা হ্রাস : জারণ সংখ্যা বৃদ্ধি : : -5 : +2



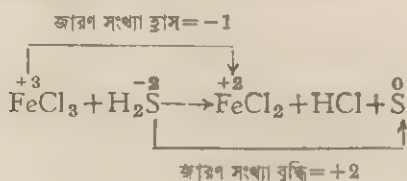
KMnO_4 এর অণুকে 5 দ্বারা গুণ করার ফলে K পরমাণু ও Mn পরমাণুর যে বৃদ্ধি ঘটে—উভাঙ্গের যথাক্রমিক লবণে পরিণত করার জন্য H_2SO_4 এর পরিমাণ তিন গুণ ($\times 3$) করিয়া $3\text{H}_2\text{SO}_4$ করিতে হয় এবং ফলে উৎপন্ন জলও $8\text{H}_2\text{O}$ হয়।]



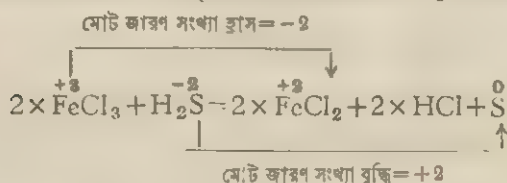
- হাইড্রোজেন সালফাইডের সহিত ফেরিক ক্লোরাইডের বিক্রিয়া :
[উ. মা. শি. প.—আদর্শ গ্রন্থ]



জারণ সংখ্যার হিসাবে



অতএব জারণ সংখ্যার হ্রাস-বৃদ্ধি সমান করিতে FeCl_3 কে 2 দ্বারা গুণ করিয়া

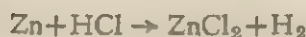


চূড়ান্ত সমীকরণ :

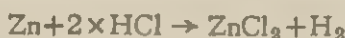


- জিংকের সহিত হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের বিক্রিয়া :

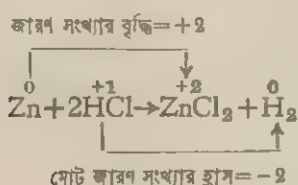
[উ. মা. শি. স.—আদর্শ গ্রন্থ]



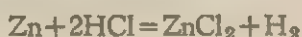
বামদিকে H-এর পরমাণু সংখ্যা 1 ও ডানদিকে 2 ; বামদিকের HClকে 2 দ্বারা গুণ করিয়া



জারণ সংখ্যার হিসাবে—



জারণ সংখ্যার হ্রাস-বৃদ্ধি সমান থাকাতে, পূর্বোক্ত সমীকরণই চূড়ান্ত। অর্থাৎ, সমীকরণ—



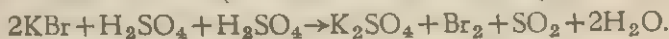
● পটাশিয়াম ব্রোমাইডের সহিত গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিডের বিক্রিয়া : [Jt. Entr. 1979]



সমীকরণের বামদিকে Br-এর পরমাণু সংখ্যা 1 এবং ডানদিকে 2 ; বামদিকে KBrকে, 2 দিয়া গুণ করিয়া



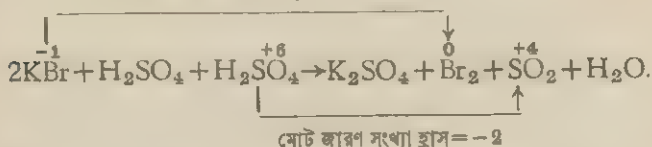
এই বিক্রিয়ায় 2টি K পরমাণুকে লবণে পরিণত করিতে 1 অণু H_2SO_4 লাগে



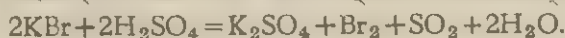
লবণ উৎপাদক

জারণ সংখ্যার হিসাবে—

মোট জারণ সংখ্যা বৃদ্ধি = +2



জারণ সংখ্যার হ্রাস-বৃদ্ধি সমান আছে : অতএব পূর্বোক্ত সমীকরণটিই চূড়ান্ত ।

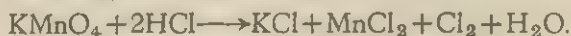


● পটাশিয়াম পার্মাংগানেটের সহিত গাঢ় HCl-এর বিক্রিয়া :

(Jt. Entr. 1979)



সমীকরণের বামদিকে Cl-এর পরমাণু সংখ্যা 1 এবং ডানদিকে 2 ; অতএব বামদিকের HCl অণুকে 2 দিয়া গুণ করিয়া

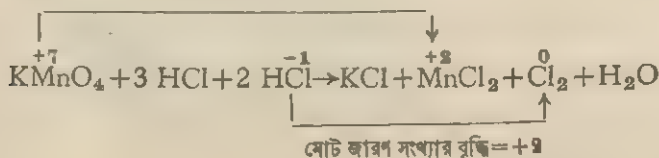


এই বিক্রিয়ায় প্রতি K পরমাণু 1 অণু KCl, ও প্রতি Mn পরমাণু 1 অণু $MnCl_2$ করিতে 2 অণু HCl অর্থাৎ মোট (1+2) বা 3 অণু HCl (লবণ উৎপাদক) লাগে



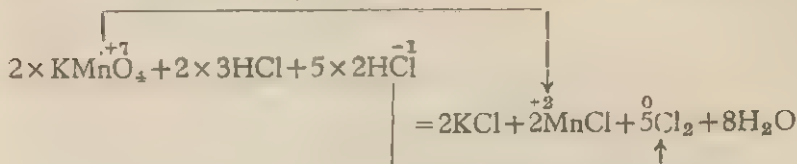
জারণ সংখ্যার হিসাবে

মোট জারণ সংখ্যার হ্রাস = -5



অতএব KMnO_4 অংশকে 2 দ্বারা গুণ ও HCl অংশকে 5 দ্বারা গুণ করিয়া

মোট জারণ সংখ্যা হ্রাস = -10



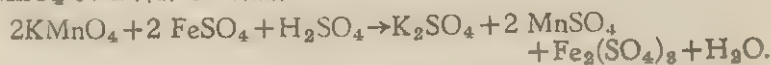
মোট জারণ সংখ্যা বৃদ্ধি = +10

জারণ সংখ্যার হ্রাস-বৃদ্ধি সমান হইয়া, পূর্বোক্ত সমীকরণটিই চূড়ান্ত। অর্থাৎ,
 $2 \text{KMnO}_4 + 16 \text{HCl} \rightarrow 2 \text{KCl} + 2 \text{MnCl}_2 + 5 \text{Cl}_2 + 8 \text{H}_2\text{O}$

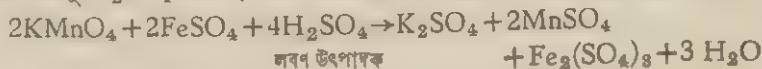
● অল্লীকৃত পটাশিয়াম পারমাংগানেটের সহিত ফেরাস সালফেট দ্রবণের বিক্রিয়া : (Jt. Entr. 1978)



সমীকরণের বামদিকে Fe পরমাণু 1, এবং ডানদিকে Fe পরমাণু 2; এবং বামদিকে K পরমাণু 1 ও ডানদিকে K পরমাণু 2, অতএব বামদিকের FeSO_4 এবং KMnO_4 কে 2 দ্বারা গুণ করিয়া



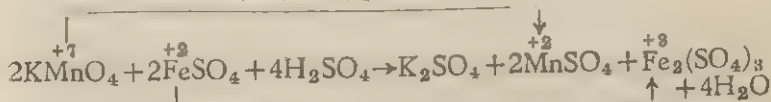
এই বিক্রিয়ায় 2টি K পরমাণু K_2SO_4 হইতে 1 অণু H_2SO_4 লাগে, 2টি Mn পরমাণু MnSO_4 হইতে 2 অণু H_2SO_4 লাগে এবং 2টি Fe পরমাণু, $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ হইতে 1 অণু H_2SO_4 লাগে; অর্থাৎ লবণ উৎপাদকরূপে 4 অণু H_2SO_4 লাগে।



লবণ উৎপাদক

জারণ সংখ্যার হিসাবে

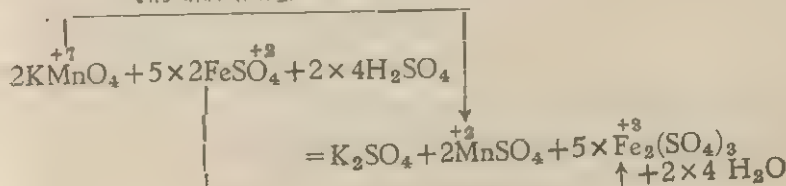
মোট জারণ সংখ্যা হ্রাস = -10



মোট জারণ সংখ্যা বৃদ্ধি = +2

অতএব FeSO_4 অংশকে 5 দ্বারা গুণ করিয়া,

মোট জারণ সংখ্যা হ্রাস = -10

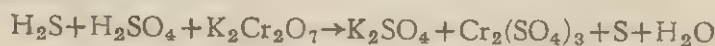


মোট জারণ সংখ্যা বৃদ্ধি = +10

জারণ সংখ্যার হ্রাস-বৃদ্ধি সমান হইয়া পূর্বোক্ত সমীকরণটি চূড়ান্ত। অর্থাৎ,

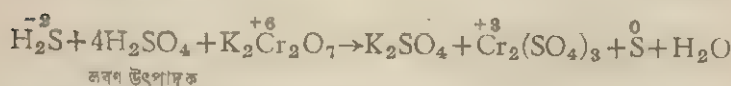
$$2\text{KMnO}_4 + 10\text{FeSO}_4 + 8\text{H}_2\text{SO}_4 \\ = \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{MnSO}_4 + 5\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 8\text{H}_2\text{O}.$$

● অম্লীকৃত পটাশিয়াম ডাইক্রোমেট দ্রবণের সহিত H_2S এর বিক্রিয়া :



এই সমীকরণে বাম ও ডানদিকে জারিত ও বিজারিত পরমাণুগুলি সমান আছে। একটি K_2SO_4 ও একটি $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$ উৎপন্ন করিতে লবণ উৎপাদকরূপে 4 অণু H_2SO_4 লাগিবে।

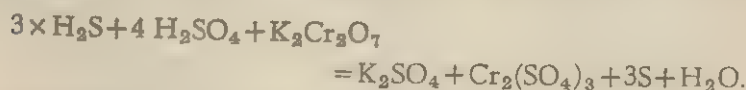
জারণ সংখ্যার হিসাবে—



H_2S এর ক্ষেত্রে জারণ সংখ্যার বৃদ্ধি = +2

$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ এর ক্ষেত্রে Cr এর মোট জারণ সংখ্যার হ্রাস = $-(2 \times 6 - 2 \times 3)$
= -6.

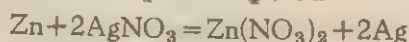
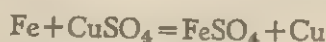
জারণ সংখ্যা ও বিজারণ সংখ্যা সমান করিতে হইলে, H_2S কে 3 দ্বারা গুণ করা প্রয়োজন—



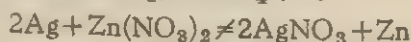
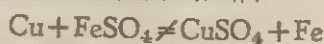
এই সমীকরণে জারণ সংখ্যার হ্রাস-বৃদ্ধি সমান বলিয়া এই সমীকরণটি চূড়ান্ত।

তাড়িত বিভব পর্যায়ে বা তাড়িত রাসায়নিক পর্যায়ে
(Electropotential Series or Electrochemical Series)

রাসায়নিক বিক্রিয়ার মধ্যে প্রতিস্থাপন শ্রেণীর বিক্রিয়াতে দেখা যায়—একটি ধাতব লবণের সহিত অপর একটি ধাতু অনেক ক্ষেত্রেই প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া করে। যথা—

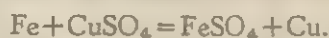


কিন্তু, ইহার বিপরীত বিক্রিয়াগুলি ঘটে না।

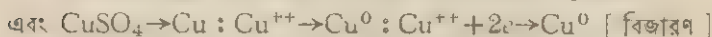
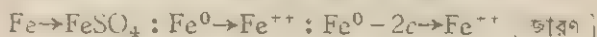


অর্থাৎ, প্রতিস্থাপন বিক্রিয়াটি ঘটিবে কি না, তাহা প্রতিস্থাপক ও প্রতিস্থাপিতব্য ধাতুটির প্রকৃতির উপর নির্ভর করে।

প্রতিস্থাপন ঘটে, এমন একটি বিক্রিয়ার কথা ধরা যাক—



এই বিক্রিয়াটি বস্তুত জারণ-বিজারণ, কারণ বিক্রিয়াটির ফলে



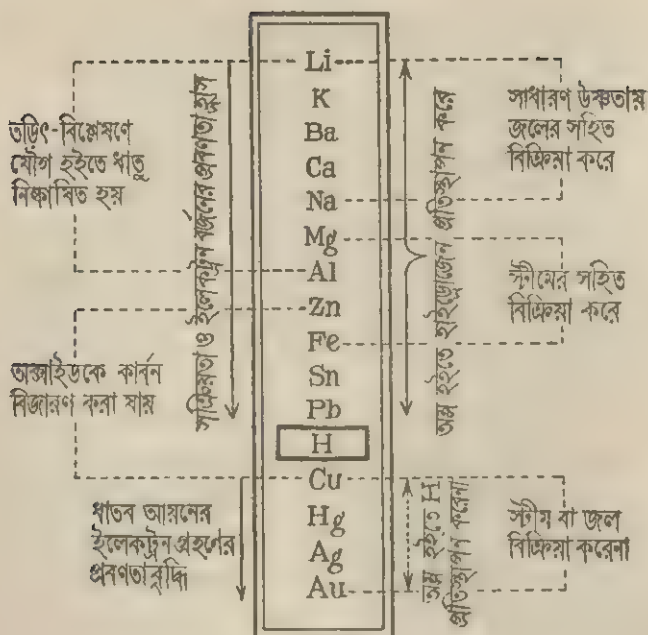
অর্থাৎ ইলেকট্রন দান ও গ্রহণের মাধ্যমেই, Fe জারিত ও Cu^{++} বিজারিত হয়। বিপরীত বিক্রিয়াটি ঘটে না, কারণ Cu ইলেকট্রন দান এবং Fe^{++} ইলেকট্রন গ্রহণে সক্ষম নয়।

নাশারণভাবে যদিও সকল ধাতুই মূলত ইলেকট্রন ছাড়িয়া ধনাত্মক আয়নে পরিণত হয়, কিন্তু একটি বিশেষ বিক্রিয়ার মধ্যে প্রতি ধাতুরই ইলেকট্রন দান করিবার বা উহাদের আয়নগুলির ইলেকট্রন গ্রহণ করিবার একটি নিশ্চয় প্রবণতা দেখা যায়। ধাতুগুলিকে একত্রে তুলনা করিলে আরো দেখা যায় যে, যে ধাতুগুলি ইলেকট্রন দান করার প্রবণতাসম্পন্ন, উহাদের ঐ প্রবণতারও একটি তুলনামূলক মাত্রা আছে। এই মাত্রা, পরীক্ষার সাহায্যে নির্ণয় করা যায়। যেমন, K ধাতুটির ইলেকট্রন দান করার প্রবণতা ($\text{K} \rightarrow \text{K}^+ + e^-$) সর্বাধিক। Ca ধাতুটিও ইলেকট্রন দান করে, কিন্তু K ধাতুর তুলনায়, এই প্রবণতা কিছু কম। এইভাবে ধাতুগুলিকে পরপর ইলেকট্রন দানের প্রবণতা হ্রাস অনুযায়ী একটি ক্রমপর্যায়ে সাজানো যায়।

আবার, যে ধাতুগুলির ইলেকট্রন দানের পরিবর্তে, উহাদের আয়নের ইলেকট্রন গ্রহণের প্রবণতা দেখা যায়, তাহাদের মধ্যে Cu আয়নের (Cu^{++}) ইলেকট্রন গ্রহণ প্রবণতা সবচেয়ে কম, উদাহরণস্বরূপ Hg আয়নের (Hg^{++}) ঐ প্রবণতা বেশী এবং Hg অপেক্ষাও Au এর আয়নের (Au^{+++}) ঐ প্রবণতা আরো বেশী। এই জাতীয় ধাতুগুলিকেও পূর্বের তায় ইলেকট্রন গ্রহণের প্রবণতা বৃদ্ধি অনুযায়ী ক্রমপর্যায়ে সজ্জিত করা যায়।

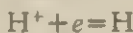
শমস্ত ধাতুগুলিকে একত্র বিচার করিয়া ইলেকট্রন দানের প্রবণতা হ্রাস এবং পরে ধাতব আয়নের ইলেকট্রন গ্রহণের প্রবণতা বৃদ্ধি অনুযায়ী সজ্জিত করিয়া, যে সম্পূর্ণ তালিকাটি পাওয়া যায়, ঐ তালিকাকে তাড়িত বিভব পর্যায় (electropotential series) বলা হয়। তাড়িত বিভব পর্যায় বিশেষ অংশে ধাতুর অবস্থান, উহার রাসায়নিক প্রকৃতিরও সূচক বলিয়া—ঐ পর্যায়কে তাড়িত রাসায়নিক পর্যায়ও (electrochemical series) বলা হয়। প্রধান কয়েকটি ধাতু ও তাড়িত রাসায়নিক পর্যায় উহাদের ক্রমাবস্থান, চিত্র 9.2-তে প্রদর্শিত হইয়াছে।

তাড়িত রাসায়নিক পথায় H-কে তালিকার প্রায় মধ্যস্থলে অন্তর্ভুক্ত করা হইয়াছে। H পরমাণুর (ধাতুর তায়) ইলেকট্রন দান করিয়া H^+ আয়ন ও বিপরীত ক্রমে H^+ আয়নের ইলেকট্রন গ্রহণ করার ক্ষমতা—উভয় প্রবণতাই সমভাবে বর্তমান।



ধাতু সঙ্গ্রহের
তড়িত রাসায়নিক পর্যায়

চিত্র নং 9.2



এই কারণেই হাইড্রোজেন মৌলের মোট ইলেকট্রন দান বা গ্রহণের প্রবণতা 'শূন্য' ধরা যায়। ইহার আপেক্ষিকে হাইড্রোজেনের উপরিস্থ ধাতু মৌলগুলির ইলেকট্রন ছাড়ার প্রবণতা উল্লম্বদিকে ক্রমশঃই বাড়িয়াছে। অপরদিকে, হাইড্রোজেনের আপেক্ষিকে হাইড্রোজেনের নিম্নস্থ ধাতু মৌলগুলির আয়নের ইলেকট্রন গ্রহণের প্রবণতা ক্রমপর্যায় নিম্নের দিকে বাড়িয়াছে।

অধাতু মৌলগুলি মূলতঃ ইলেকট্রন গ্রহণ করিয়া ঋণাত্মক আয়নে পরিণত হয়। অধাতু মৌলগুলিরও ইলেকট্রন গ্রহণের বর্ধিত প্রবণতা অনুযায়ী, উহাদেরও একটি তড়িত বিভব পর্যায়ে বিভাজন

সংকীর্ণতা ও জারণ ক্ষমতার (ইলেকট্রন গ্রহণ ক্ষমতার) হ্রাস

I
Br
O
Cl
F

অধাতুর
তড়িত রাসায়নিক পর্যায়

চিত্র নং 9.3

করা চলে ; এই তালিকাটি—চিত্র 9.3 'তে প্রদর্শিত হইয়াছে।

ধাতুর পর্যায়ে যেমন প্রথম মৌল K-এর ইলেকট্রন দানের প্রবণতা সর্বাধিক, তেমনই অধাতু পর্যায়ে শেষ মৌল F এর ইলেকট্রন গ্রহণের প্রবণতা ($F + e \rightarrow F^-$) সর্বাধিক।

তাড়িত রাসায়নিক পর্যায়ে বিন্যাসের উপযোগিতা (Usefulness of Electrochemical series)

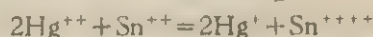
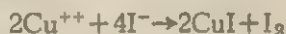
তাড়িত রাসায়নিক পর্যায়ে, একটি ধাতুর (বা অধাতুর) অবস্থান হইতে উহার প্রকৃতি ও বিক্রিয়ার স্বরূপ সহজে অনেক মূল্যবান তথ্য জানা যায়।

তাড়িত রাসায়নিক পর্যায়ে, হাইড্রোজেনের আপেক্ষিকে—

● উর্ধ্বস্থ ধাতুগুলি বিজারক এবং উহাদের বিজারণ ধর্মের তীব্রতা ধাতুগুলির বিচ্ছাসের ক্রমনিম্নতা অনুসারে হ্রাস পাইতে থাকে।

অর্থাৎ, K, Ca, Na তীব্র বিজারক ; Mg এবং Al বিজারক, কিন্তু K—Ca—Na এর তুলনায় কম বিজারক ইত্যাদি। এই ধর্মের ক্রমানুসারে—তালিকার শীর্ষদেশের ধাতুগুলি তীব্র বিজারক বলিয়া, উহাদের অক্সাইডগুলিকে কার্বন-বিজারণ করিয়া, ধাতুগুলিকে নিষ্কাশন করা যায় না। এইজন্য, K, Na, Ca, Mg, Al প্রভৃতির নিষ্কাশনে তড়িৎ বিশ্লেষণ পদ্ধতি অবলম্বিত হয়। কিন্তু, তাড়িত রাসায়নিক পর্যায়ে, Fe হইতে নীচের দিকে ধাতুগুলির বিজারক ধর্ম, তুলনায় অনেক কম বলিয়া, উহাদের অক্সাইডগুলিকে কার্বন-বিজারণে ধাতুতে পরিণত করা যায়।

● H-এর নিম্নস্থ ধাতুগুলির ধাতব আয়নগুলি জারক এবং ধাতুগুলির অবস্থানের ক্রমনিম্নতা অনুসারে ধাতব আয়নগুলির জারণধর্ম বৃদ্ধি পাইতে থাকে। উদাহরণস্বরূপ, Cu^{++} আয়ন জারক, Hg^{++} আয়ন জারক, এবং তুলনায় Hg^{++} আয়ন Cu^{++} আয়ন অপেক্ষা তীব্রতর জারক

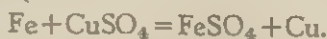


● উর্ধ্বস্থ ধাতুগুলি সক্রিয় (active) এবং প্রকৃতিতে সর্বদাই যৌগাবস্থায় থাকে। নিম্নস্থ ধাতুগুলি অপেক্ষাকৃত কম সক্রিয় ও প্রকৃতিতে উহাদের মুকাবস্থায় অবস্থিতি লক্ষ্য করা যায়।

● উর্ধ্বস্থ ধাতুগুলি (Li হইতে Sn পর্যন্ত) অম্ল হইতে হাইড্রোজেনকে বিমুক্ত করে ; নিম্নস্থ ধাতুগুলি অম্ল হইতে হাইড্রোজেনকে বিমুক্ত করিতে পারে না।

● উর্ধ্বস্থ ধাতুগুলি, Li হইতে Na পর্যন্ত—ক্রমনিম্ন সক্রিয়তায়, জলকে সাধারণ উষ্ণতায় বিযুক্ত করিয়া হাইড্রোজেন দেয় ; নিম্নবর্তী ধাতুগুলি, Mg হইতে Fe পর্যন্ত সীমকে বিযুক্ত করিয়া হাইড্রোজেন দেয়। Fe এর পর হইতে ধাতুগুলির জলের সহিত বিক্রিয়া নাই।

● উর্ধ্বস্থ ধাতুগুলি, নিম্নস্থ ধাতুগুলির লবণ হইতে, নিম্নস্থ ধাতুকে বিমুক্ত করে। Fe উর্ধ্বস্থ মোল এবং Cu নিম্নস্থ মোল বলিয়া, Fe, CuSO_4 লবণ হইতে Cu-কে বিমুক্ত করে।



কিন্তু Cu নিম্নস্থ মোল বলিয়া উর্ধ্বস্থ মোল Fe-এর লবণ হইতে, Fe-কে বিমুক্ত করিতে পারে না।



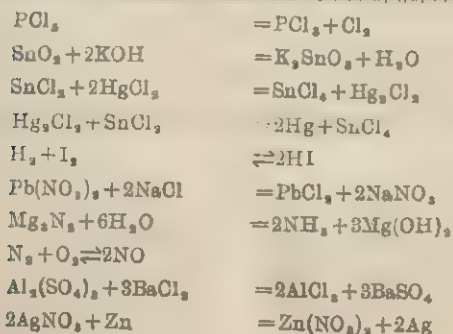
চিত্র নং ১১

● একটি পাত্রে উর্ধ্বস্থ মোলের ধাতুগুলিকে (যেমন, Zn) একটি দ্রবণে রাখিয়া এবং অপর একটি পাত্রে (বা একই পাত্রে) নিম্নস্থ মোলের ধাতুদণ্ডকে (যেমন, Cu) রাখিয়া, উভয় দণ্ডকে তার দ্বারা যুক্ত করিলে, ধাতু দুইটির বিভব পার্থক্যের জন্য একটি তড়িৎ প্রবাহ, (উর্ধ্বস্থ ধাতুর দিক হইতে নিম্নস্থ ধাতুর দিকে) চলাচল করে। তাড়িত বিভব পর্যায়ে, ধাতু দুইটির অবস্থিতি পার্থক্য যত বেশী হয়, উৎপন্ন বিভব তত বেশী হয়। এই তথ্যটিকেই কার্বে প্রয়োগ করিয়া ইলেকট্রিক ব্যাটারী প্রস্তুত করা হয়।

প্রশ্নাবলী

১. রাসায়নিক 'বিক্রিয়াক'লকে মূলতঃ যে কয়টি শ্রেণিতে বিভক্ত করা হয় উহার প্রত্যেক শ্রেণীর একটি ক্রিয়া উদাহরণযোগে বিবৃত কর।

২. নিম্নলিখিত 'বিক্রিয়াক'গুলির কোনটি কোন শ্রেণীর রাসায়নিক বিক্রিয়া:





১. সংজ্ঞা লিখ: জারণ ও বিজারণ। কি কি লক্ষণ হইতে কোনো বিক্রিয়ার জারণ-বিজারণ বুঝিয়াছে বলা যায়?

২. জারণ ও বিজারণ বিক্রিয়ার একটি হুলনাশূলক আলোচনা কর।

'জারণ ও বিজারণ বিক্রিয়া একত্রে ঘটে'—উক্তিটির যথাযথ উদাহরণযোগে আলোচনা কর।

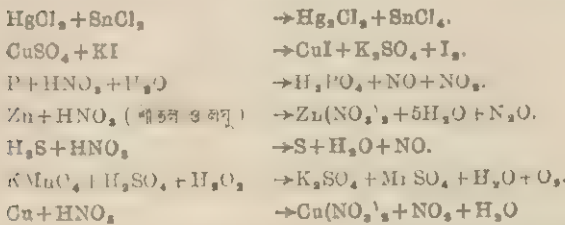
(Jt. Entr. Toh. 1979) (উচ্চ মাধ্যমিক 1978)

৩. কয়েকটি পচেনিহ জারক ও বিজারক পদার্থের উদাহরণ দাও। জারক ও বিজারক পদার্থের কয়েকটি নিরীক্ষা বর্ণনা কর।

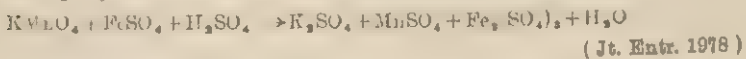
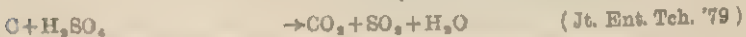
৪. জারণ ও বিজারণ প্রক্রিয়ার হালেকটুনীয় বাখা, উপযুক্ত উদাহরণযোগে আলোচনা কর।

[উচ্চ মাধ্যমিক 1978]

৫. 'জারণ সংখ্যা' কাকে বলে? 'জারণ সংখ্যা পদ্ধতি' যোগে নিম্নলিখিত সমীকরণগুলি সম্পূর্ণ কর।

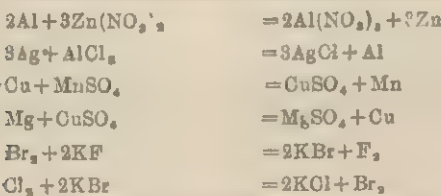


(Jt. Entr. 1978; Jt. Entr. Toh. '79)



৬. (a) শীকা লিখ: 'জারিত' রাসায়নিক পদার্থ। জারিত রাসায়নিক পদার্থের উপযোগিতা আলোচনা কর।

(b) নিম্নলিখিত বিক্রিয়াগুলির কোন কোনটি সম্ভাব্য, ব্যাখ্যা কর।



(c) তড়িৎ ধনাত্মকতা প্রযুক্তি মৌলগুলিকে সজ্জিত কর—Zn, Na, K, Al, Fe, Hg, Cu.

(I. I. T. 1970)

৭. নিম্নলিখিত বিষয়গুলি ব্যাখ্যা কর—

(i) ক্লোরিন, ব্রোমাইড লবণ হইতে ব্রোমিনকে এবং আয়োডাইড লবণ হইতে আয়োডিনকে প্রতিস্থাপিত করে। ব্রোমিন, ক্লোরাইড লবণ হইতে ক্লোরিনকে প্রতিস্থাপিত করিতে পারে না, কিন্তু আয়োডাইড লবণ হইতে আয়োডিনকে প্রতিস্থাপন করে। আয়োডিন, ক্লোরাইড লবণ হইতে ক্লোরিন বা ব্রোমাইড লবণ হইতে ব্রোমিনকে প্রতিস্থাপন করিতে পারে না।

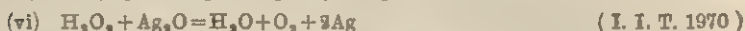
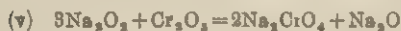
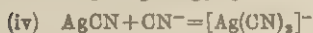
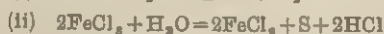
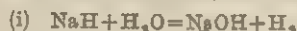
(ii) ধাতব স্বর্ণের খনি দেখা যায়, কিন্তু লৌহ খনিতে লৌহের আকরিক পাওয়া যায়।

(iii) Na, K, Ca প্রভৃতি ধাতুকে নিষ্কাশিত করিতে হইলে কার্বন বিজারণ পদ্ধতিতে নিষ্কাশন করা যায় না।

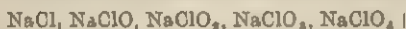
(iv) SnCl_2 , মার্কিউরিক ক্রোমাইডকে বিজারিত করে, কিন্তু কিউপ্রিক ক্রোমাইডকে বিজারণ করে না।

(v) Zn এবং Cu ধাতুদুটকে একটি অ্যাসিড দ্রবণে নিমজ্জিত করিয়া ধাতুদুট দুইটিকে তারদ্বারা যোগ করিয়া যে তড়িৎ প্রবাহ পাওয়া যায় তাহার পরিমাণ বেশী; কিন্তু Sn এবং Pb ধাতুদুটকে অনুরূপভাবে দ্রবণে নিমজ্জিত করিয়া তারদ্বারা যোগ করিলে যে তড়িৎ প্রবাহ পাওয়া যায় তাহার পরিমাণ কম।

10. নিম্নের বিক্রিয়াগুলিতে কোন বিক্রিয়কগুলি জারিত ও কোনগুলি বিজারিত হইয়াছে, ব্যাখ্যা কর—



11. (a) নিম্নলিখিত যৌগগুলিতে ক্লোরিনের জারণ সংখ্যা নিরূপণ কর :



(b) নিম্নলিখিত যৌগগুলিতে ম্যাংগানিজের জারণ সংখ্যা নিরূপণ কর :—



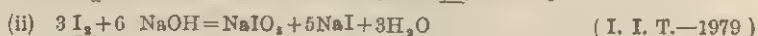
(c) নিম্নলিখিত রেখাঙ্কিত মৌলগুলির জারণ সংখ্যা নিরূপণ কর :—



(d) KMnO_4 যৌগে Mn এর, এবং C_2H_4 যৌগে C-এর জারণ সংখ্যা নির্ণয় কর।

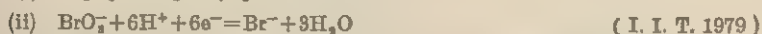
[উচ্চ মাধ্যমিক 1978]

12. নিম্নলিখিত সমীকরণগুলিতে রেখাঙ্কিত মৌলের জারণ সংখ্যা (ঋণাত্মক বা ধনাত্মক চিহ্ন সহ) নির্ণয় কর :



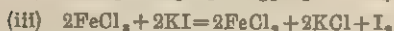
13. (a) 'জারক ও বিজারক পদার্থের তুল্যাংকভার' বলিতে কি বুঝায়? উদাহরণ দাও।

(b) নিম্নলিখিত সমীকরণগুলি হইতে $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, $5\text{H}_2\text{O}$ এবং KBrO_3 এর তুল্যাংকভার নির্ণয় কর—

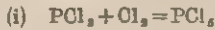


14. নিম্নের সমীকরণ হইতে ইলেকট্রনীয় বিচারে কোনটি জারক ও কোনটি বিজারক বল।

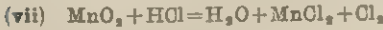
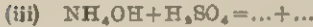
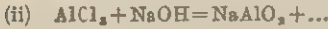
(উচ্চ মাধ্যমিক 1979)



15. (a) নিম্নের বিক্রিয়াগুলিতে কোন্ বিক্রিয়ক জারিত এবং কোন্ বিক্রিয়ক বিজারিত হইয়াছে ব্যাখ্যা কর :—



16. নিম্নলিখিত সমীকরণগুলি সম্পূর্ণ কর ও কোনটি কোন শ্রেণীর রাসায়নিক বিক্রিয়া নির্দেশ কর :



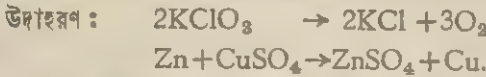
রাসায়নিক সাম্য ও ভরক্রিয়া সূত্র

দশম অধ্যায়

একমুখী ও উভমুখী বিক্রিয়া—রাসায়নিক সাম্য ও চলমান সাম্যাবস্থা—ভরক্রিয়া সূত্র ও সাম্যক্রমক—সাম্যক্রমকের গণনা—সাম্যাবস্থার পরিবর্তন ও লে শাটেলিয়েরের নীতি—শিল্প-প্রযুক্তিতে ব্যবহৃত কয়েকটি রাসায়নিক বিক্রিয়া ও লে শাটেলিয়েরের নীতি।

সাধারণভাবে রাসায়নিক বিক্রিয়াগুলিকে দুইটি শ্রেণীতে ভাগ করা যায় :
(1) একমুখী বিক্রিয়া, (2) উভমুখী বিক্রিয়া।

1. একমুখী বিক্রিয়া (Irreversible reaction) : এই বিক্রিয়াগুলিতে নির্দিষ্ট বিক্রিয়ক পদার্থ বা পদার্থগুলি, বিক্রিয়ার ফলে নির্দিষ্ট বিক্রিয়ালব্ধ পদার্থ বা পদার্থগুলিতে পরিণত হয় ; কিন্তু এইভাবে বিক্রিয়ালব্ধ পদার্থ বা পদার্থগুলির কোনো বিক্রিয়ার ফলেই পূর্বোক্ত বিক্রিয়ক পদার্থ বা পদার্থগুলিতে আর রূপান্তর ঘটে না। এই বিক্রিয়াগুলি সাধারণত সম্পূর্ণ হয়, অর্থাৎ বিক্রিয়া শেষে বিক্রিয়ক পদার্থ আর অবশিষ্ট থাকে না—উহা সম্পূর্ণই বিক্রিয়ালব্ধ পদার্থে পরিণত হয়।

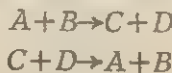


প্রথম বিক্রিয়াটিতে, পটাশিয়াম ক্লোরেট উত্তাপের ফলে সম্পূর্ণরূপে পটাশিয়াম ক্লোরাইড ও অক্সিজেনে বিয়োজিত হয়। কিন্তু পটাশিয়াম ক্লোরাইড ও অক্সিজেন সংযোজিত হইয়া, বিপরীত বিক্রিয়ায়, পটাশিয়াম ক্লোরেট উৎপন্ন করে না।

দ্বিতীয় বিক্রিয়াটিতে, Zn ধাতু কপার সালফেট হইতে Cu ধাতুকে প্রতিস্থাপিত করিয়া, জিংক সালফেট ও Cu ধাতু উৎপন্ন করে ; কিন্তু Cu ধাতু ও জিংক সালফেট বিক্রিয়ায় বিপরীতভাবে Zn ধাতু ও কপার সালফেট উৎপন্ন করে না।

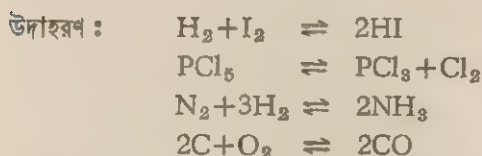
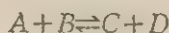
2. উভমুখী বিক্রিয়া (Reversible reaction) : এই বিক্রিয়াগুলিতে বিক্রিয়ক পদার্থ বা পদার্থগুলি বিক্রিয়ার ফলে বিক্রিয়ালব্ধ পদার্থ বা পদার্থগুলি উৎপন্ন করে ; আবার একই পরীক্ষাধীন অবস্থায়, বিক্রিয়ালব্ধ পদার্থ বা পদার্থগুলিও বিক্রিয়ায় আদি বিক্রিয়ক পদার্থ বা পদার্থগুলি উৎপন্ন করে। এই বিক্রিয়াগুলি সর্বদাই অসম্পূর্ণ হয়, অর্থাৎ আদি বিক্রিয়ক পদার্থ বা পদার্থগুলি সম্পূর্ণরূপে বিক্রিয়ালব্ধ পদার্থ বা পদার্থগুলিতে রূপান্তরিত হয় না এবং পরীক্ষার ফলে দেখা যায় বিক্রিয়া শেষে বিক্রিয়ক ও বিক্রিয়ালব্ধ সকল পদার্থগুলিই কমবেশী মাত্রায় একত্রে বিরাজ করে *।

যদি A ও B দুইটি বিক্রিয়ক পদার্থ এবং C ও D উহাদের বিক্রিয়ালব্ধ পদার্থ হয়, তাহা হইলে উপরোক্ত আলোচনা অনুসারে নিম্নলিখিত সম্ভাব্য বিক্রিয়া ঘটে ;



* বস্তুতপক্ষে, সকল রাসায়নিক বিক্রিয়াই উভমুখী বিক্রিয়া। যে বিক্রিয়াগুলি একমুখী বিক্রিয়া বলিয়া প্রতীত হয়, উহাদের বিপরীত বিক্রিয়ার মাত্রা এত অল্প যে উহাকে তুচ্ছ বলিয়া গণ্য করা যায়।

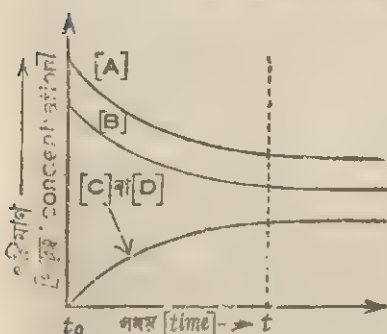
সাধারণত এই জাতীয় উভমুখী বিক্রিয়াকে একটি ' \rightleftharpoons ' চিহ্ন দ্বারা সূচিত করা হয়; যথা;



রাসায়নিক সাম্য (Chemical Equilibrium)

উভমুখী বিক্রিয়ার বৈশিষ্ট্যসম্মত বিক্রিয়ক পদার্থগুলি কখনই সম্পূর্ণরূপে বিক্রিয়ালব্ধ পদার্থগুলিতে পরিণত হয় না। উপরোক্ত উদাহরণের A এবং B যখনই বিক্রিয়ায় C ও D উৎপন্ন করিতে থাকে, C ও D বিপরীত বিক্রিয়ায় আবার A ও B -কে পুনরুৎপন্ন করিতে থাকে; পুনরুৎপন্ন A ও B আবার C ও D -তে পরিণত হয় এবং এইভাবে উৎপন্ন C ও D আবার A ও B -তে পরিণত হয়। সুতরাং A , B , C , D চারিটি পদার্থকেই একত্রে অবস্থান করিতে দেখা যায়।

উভমুখী বিক্রিয়ার হুচমায় বিক্রিয়ক পদার্থগুলি লইয়া শুরু করিলে দেখা যায়,



চিত্র নং 10'1

সময়ের সহিত A ও B -র পরিমাণ হ্রাস পাইতেছে (কারণ, উহারা C ও D -তে পরিণত হইতেছে) এবং C ও D -র উৎপন্ন পরিমাণ বৃদ্ধি পাইতেছে। এক সময়ে দেখা যায়, A ও B -র পরিমাণ আর হ্রাস পাইতেছে না এবং C ও D -এর উৎপন্ন পরিমাণও আর বৃদ্ধি পাইতেছে না। এই অবস্থাতিকে, রাসায়নিক সাম্যাবস্থা (Chemical equilibrium) বলা হয়। এই সাম্যাবস্থায় যে হারে A ও B , C ও

D -তে রূপান্তরিত হয়, একই হারে C ও D আবার A ও B -তে রূপান্তরিত হয়।

সময়ের সহিত বিক্রিয়ক ও বিক্রিয়ালব্ধ পদার্থের এই পরিমাণ হ্রাস ও বৃদ্ধি এবং কিছু সময়ের পরে বিক্রিয়াটির সাম্যাবস্থাকে একটি লেখচিত্র দ্বাং প্রকাশ করা যায় (চিত্র নং 10'1)।

রাসায়নিক সাম্যাবস্থায়,

● বিক্রিয়া স্থগিত হয় না। বিক্রিয়া উভমুখী গতিতে অবিরত গতিতে চলিতে থাকে; অর্থাৎ একটি **চলমানরূপে সাম্যাবস্থা** (Dynamic equilibrium) স্থাপ্তি করে।

● সাম্যাবস্থার আগে, সম্মুখ ও বিপরীত বিক্রিয়ার হার ধীরে ধীরে বৃদ্ধি পায় ও সাম্যাবস্থায় উভয়দিকে বিক্রিয়ার হার সর্বোচ্চ পর্যায়ে পৌঁছায়।

● সাম্যাবস্থা একটি স্থায়ী (permanent) অবস্থা; একমাত্র পরীক্ষা শর্তের (যথা, চাপ, তাপ ইত্যাদির) পরিবর্তন ঘটিলে তবেই সাম্যাবস্থার স্থায়িত্ব অর্থাৎ উপাদানগুলির গাঢ়ত্ব পরিবর্তিত হয়।

● একটি উভমুখী বিক্রিয়া, যে কোনো দিক হইতেই শুরু হোক—উষ্ণতা স্থির থাকিলে, উহা একই সাম্যাবস্থায় পৌঁছায়। $A + B \rightleftharpoons C + D$ একটি উভমুখী বিক্রিয়া। একটি নির্দিষ্ট উষ্ণতায়, বিক্রিয়াটি A ও B যোগে শুরু করিয়া—সাম্যাবস্থায়, A , B , C ও D 'এর যে গাঢ়ত্ব পাওয়া যায়, একই উষ্ণতায়, বিক্রিয়াটি C ও D যোগে শুরু করিয়া,—সাম্যাবস্থায়, একই A , B , C ও D 'এর গাঢ়ত্বে উপনীত হয়।

ভরক্রিয়া সূত্র

(Law of Mass Action)

প্রতি বিক্রিয়ারই সাম্যাবস্থা উহার নিজস্ব বৈশিষ্ট্য অনুযায়ী হয় এবং এই সাম্যাবস্থাটির সহিত আদি বিক্রিয়ক পদার্থগুলির ভরের একটি সম্পর্কও লক্ষ্য করা যায়।

ধরা যাক, আদিতে দুইটি বিক্রিয়ক পদার্থ A ও B লওয়া হইয়াছে এবং উহারা C ও D দুইটি পদার্থ উৎপন্ন করিয়াছে। একটি প্রকৃত পরীক্ষায় কোনো একটি বিশেষ উষ্ণতায় বিক্রিয়ক ও বিক্রিয়ালব্ধ পদার্থগুলির $[A, B, C, D]$ পরিমাণ [মোল/লিটার (mole/litre) এককে] এবং সাম্যাবস্থা প্রতিষ্ঠার পর উহাদের পরিমাণ নির্ণয়ের ফলে নিম্নলিখিত পরীক্ষা ফলগুলি পাওয়া গেল :

পরীক্ষা	পরিমাণ			
	A	B	C	D
1	3'00	2'00	1'00	1'00
2	9'60	10'00	4'00	4'00
3	0'50	3'00	0'50	0'50
4	21'90	1'22	2'11	2'11

এক্ষেত্রে লক্ষ্যণীয় যে আদিতে বিভিন্ন পরিমাণ (মোল/লিটার) A এবং B লওয়া হইলেও, সর্বক্ষেত্রেই উৎপন্ন C এবং D-এর পরিমাণের মোট গুণফলকে A এবং B-র পরিমাণের মোট গুণফলদ্বারা ভাগ করিলে, ভাগফলটি সর্বক্ষেত্রেই একটি ধ্রুবক ; এই ধ্রুবকের পরিমাণ 0.167। এই ধ্রুবকটিকে **সাম্য-ধ্রুবক** (equilibrium constant) বলা হয়।

সাম্য ধ্রুবকের মান, যতক্ষণ উষ্ণতা নিত্য থাকে, ততক্ষণ নিত্য থাকে ; উষ্ণতার পরিবর্তন ঘটিলে সাম্য ধ্রুবকের মানও পরিবর্তিত হয়।

বিভিন্ন বিক্রিয়ায় সাম্যধ্রুবক বিভিন্ন। যে-কোন বিক্রিয়ার সাম্যধ্রুবক বস্তুতপক্ষে সম্মুখ ও বিপরীত বিক্রিয়ার আপেক্ষিক হারের অনুপাত প্রকাশ করে।

উপরোক্ত বিক্রিয়ায়—

$$\frac{[C] \cdot [D]}{[A] \cdot [B]} = 0.167 = K = \text{সাম্যধ্রুবক}$$

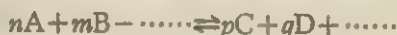
ধরা যাক একটি বিক্রিয়া—



ইহার সাম্যাবস্থায়, সাম্যধ্রুবক লেখার সময় দক্ষিণদিকের উৎপন্ন পদার্থগুলি সংকেত যোগে লব (numerator) অংশে লেখা হয় এবং উহাদের পরিমাণ মোল/লিটার এককে বুঝাইতে উহাদের সংকেতের সহিত একটি তৃতীয় বন্ধনী [] যোগ করা হয় ; অনুরূপভাবে, বিক্রিয়ার বামদিকের উৎপাদক পদার্থগুলি হর (denominator) অংশে সংকেত যোগে লিখিয়া, উহাদেরও পরিমাণ মোল/লিটার এককে বুঝাইতে, উহাদের সংকেতের সহিত একটি তৃতীয় বন্ধনী [] যোগ করা হয়। এইভাবে,

$$\frac{[C] \cdot [D]}{[A] \cdot [B]} = K$$

যদি কোন রাসায়নিক বিক্রিয়া নিম্নলিখিতভাবে প্রকাশ করা হয়



তাহা হইলে,

$$\frac{[C]^p [D]^q \dots}{[A]^n [B]^m} = K \text{ এই ভাবে লেখা হয়।}$$

এক্ষেত্রে n, m, p, q যথাক্রমে A, B, C এবং D-এর মোল সংখ্যা বুঝায়।

অর্থাৎ, সাম্যধ্রুবকের গণনায়, সমীকরণের বিক্রিয়ক ও বিক্রিয়ালব্ধ পদার্থগুলির মোলসংখ্যা বা গুণক, উহাদের গাঢ়ত্বের ঘাতে পরিণত হয়।

● প্রতি বিক্রিয়ায় সাম্যাবস্থায় বিক্রিয়ালব্ধ পদার্থের মোট ভরের সহিত বিক্রিয়ক পদার্থের মোট ভরের যে অনুপাত, উহা সর্বদাই নিত্য (constant)। এই সূত্রটিকেই “**ভরক্রিয়া সূত্র**” (Law of mass action) বলা হয়।

1854 সালে গুল্ডবার্গ ও ওয়াগা (Guldberg and Waage) বহু পরীক্ষা-লব্ধ ফলের ভিত্তিতে নিম্নলিখিতভাবে প্রথম 'ভর ক্রিয়া' সূত্রটি প্রস্তাব করেন :

রাসায়নিক বিক্রিয়ার হার বিক্রিয়ক পদার্থগুলির প্রত্যেকটির সক্রিয় ভরের সহিত সমানুপাতিক।

এই প্রস্তাবে 'সক্রিয় ভর' অর্থে—সাম্যাবস্থায় পদার্থের মোলার গাঢ়তা বুঝাইয়াছে।

ভরক্রিয়া সূত্রের গাণিতিক উপস্থাপন :

ধরা যাক, একটি বিক্রিয়া— $A + B \rightleftharpoons C + D$

সূত্রানুসারে, সম্মুখ বিক্রিয়ার (অর্থাৎ $A + B \rightarrow C + D$) গতি যদি R_1 ধরা যায়,

$$R_1 \propto [A] \cdot [B] \quad [K_1 = \text{সম্মুখপাতিক ধ্রুবক}]$$

বিপরীত বিক্রিয়ার (অর্থাৎ $C + D \rightarrow A + B$) গতি যদি R_2 ধরা যায়,

$$R_2 \propto [C] \cdot [D] \quad [K_2 = \text{বিপরীতপাতিক ধ্রুবক}]$$

সাম্যাবস্থায়, সম্মুখ বিক্রিয়ার গতি, $R_1 =$ বিপরীত বিক্রিয়ার গতি, R_2

$$\text{বা, } K_1 [A] \cdot [B] = K_2 [C] \cdot [D]$$

$$\text{বা, } \frac{[C] \cdot [D]}{[A] \cdot [B]} = \frac{K_1}{K_2}$$

[K_1, K_2 উভয়েই ধ্রুবক অতএব উহাদের অনুপাতও অবশ্যই একটি নূতন ধ্রুবক। ধরা যাক, এই ধ্রুবক $= K$]

$$\therefore \frac{[C] \cdot [D]}{[A] \cdot [B]} = K \quad [K = \text{সাম্যধ্রুবক}]$$

ইহাই ভরক্রিয়া সূত্রের গাণিতিক রূপ। এই গাণিতিক রূপ হইতে ইহা স্পষ্ট যে, উভমুখী বিক্রিয়ায়, বিক্রিয়া কখনোই কোনো একটি বিশেষ দিকে সম্পূর্ণ হইতে পারে না; কারণ, সেক্ষেত্রে $[A]$, $[B]$, $[C]$ ও $[D]$ এক বা একাধিক শূন্য হইয়া যায় এবং সেক্ষেত্রে K -এর মান শূন্য (0) বা অসীম (∞) হয়, যাহা গাণিতিক অর্পে অসম্ভব।

□ **সাম্যধ্রুবকের গণনা (Calculation of Equilibrium Constant) :**

প্রতি বিক্রিয়ারই নিজস্ব সাম্যধ্রুবক আছে। ইহা ক্ষেত্রবিশেষে চাপ, তাপ এবং বিক্রিয়ক পদার্থ সমূহের গাঢ়ত্বের উপর নির্ভরশীল। সাম্যধ্রুবক K -র মান বিক্রিয়াক্রম্যারী অতিক্রম বা অতিবৃহৎ হইতে পারে।

যেমন বিক্রিয়া : $A + B \rightleftharpoons C + D$, $K = 1.0 \times 10^{-5}$ (অর্থাৎ $K < 1$)

ইহা হইতে বুঝা যায়, K 'র মান অতি ক্ষুদ্র; অর্থাৎ বিক্রিয়াটি অতি অল্পই দক্ষিণমুখী হইয়াছে। অর্থাৎ উৎপন্ন C ও D -এর পরিমাণ অতি নগণ্য।

আবার বিক্রিয়া, $A+B \rightleftharpoons C+D$, $K=1 \times 10^5$ (অর্থাৎ $K>1$)

ইহা হইতে বুঝা যায়, K 'র মান অতি বৃহৎ (অর্থাৎ ভরক্রিয়ার গাণিতিক রূপের লব অংশের C ও D -এর পরিমাণ বেশী এবং A ও B -এর পরিমাণ কম; অর্থাৎ বিক্রিয়াটি প্রায় সম্পূর্ণরূপেই দক্ষিণমুখী হইয়াছে এবং অবশিষ্ট A ও B -এর পরিমাণ নগণ্য।

গাণিতিক উদাহরণ

(1) কোন একটি পরীক্ষায় 490°C উষ্ণতায়, $\text{H}_2 + \text{I}_2 \rightleftharpoons 2\text{HI}$ এই বিক্রিয়াটি হইতে পরিমাপের ফলে দেখা গেল, সাম্যাবস্থায়—

H_2 এর গাঢ়ত্ব = 0.000862 মোল/লিটার

I_2 এর গাঢ়ত্ব = 0.00263 মোল/লিটার

HI এর গাঢ়ত্ব = 0.0102 মোল/লিটার

বিক্রিয়াটির সাম্যক্রমক K , নির্ণয় কর।

ভরক্রিয়া সূত্র হইতে
$$\frac{[\text{HI}]^2}{[\text{H}_2] \cdot [\text{I}_2]} = K$$

বা, $K = \frac{(0.0102)^2}{(0.000862) \cdot (0.00263)} = 45.9$

(2) কোন একটি পরীক্ষায় একটি পাত্রে 490°C উষ্ণতায়, 2 মোল HI লওয়া হইল। সাম্যাবস্থায়, উৎপন্ন H_2 , I_2 ও HI এর গাঢ়ত্ব (মোলে) নির্ণয় কর। ($K=45.9$)

বিক্রিয়াটি, $\text{H}_2 + \text{I}_2 \rightleftharpoons 2\text{HI}$.

গৃহীত HI এর কিছু অংশ H_2 ও I_2 তে বিয়োজিত হইবে এবং সাম্যাবস্থায় H_2 , I_2 ও HI তিনটি পদার্থ ই বর্তমান থাকিবে।

ধরা যাক HI এর গৃহীত 2 মোলের মধ্যে x মোল বিয়োজিত হয়। এখন সমীকরণ অনুসারে প্রতি 2 মোল HI -এর বিয়োজনে 1 মোল H_2 এবং 1 মোল I_2 উৎপন্ন হয়।

অতএব x মোল HI বিয়োজনের ফলে $\frac{x}{2}$ মোল H_2 ও $\frac{x}{2}$ মোল I_2 উৎপন্ন হইবে।

বিক্রিয়াটির আদি অবস্থায়

বিক্রিয়াটির সাম্যাবস্থায়

$[\text{H}_2] = 0$ মোল/লিটার

$[\text{H}_2] = \frac{x}{2}$ মোল/লিটার

$[\text{I}_2] = 0$ মোল/লিটার

$[\text{I}_2] = \frac{x}{2}$ মোল/লিটার

$[\text{HI}] = 2.00$ মোল/লিটার

$[\text{HI}] = (2.000 - x)$ মোল/লিটার

সাম্যাবস্থায় ভারক্রিয়া হ্রাসমান,

$$\frac{[HI]^2}{[H_2] \cdot [I_2]} = 45.9 = \frac{(2.000 - x)^2}{(x/2)(x/2)}$$

বা, $x = 0.456$

অতএব সাম্যাবস্থায়,

$$H_2 \text{ এর পরিমাণ} = [H_2] = \frac{x}{2} = 0.228 \text{ মোল/লিটার}$$

$$I_2 \text{ এর পরিমাণ} = [I_2] = \frac{x}{2} = 0.228 \text{ মোল/লিটার}$$

$$HI \text{ এর পরিমাণ} = [HI] = 2.00 - x = 1.544 \text{ মোল/লিটার।}$$

(3) কোন একটি পাত্রে 1 মোল H_2 , 2 মোল I_2 এবং 3 মোল HI লওয়া হইল এবং পাত্রটিকে $490^\circ C$ উত্তপ্ত করা হইল। সাম্যাবস্থায় H_2 , I_2 ও HI এর পরিমাণ (মোল/লিটারে) নির্ণয় কর। [$K = 45.9$]



ধরা যাক গৃহীত হাইড্রোজেনের x মোল বিক্রিয়ায় পরিবর্তিত হয়; প্রতি 1 মোল H_2 , 1 মোল I_2 এর সহিত বিক্রিয়া করে; অতএব x মোল হাইড্রোজেন বিক্রিয়ায় x মোল I_2 এর সহিত বিক্রিয়া করিবে এবং যেহেতু উৎপন্ন HI এর পরিমাণ সমীকরণ অনুযায়ী বিক্রিয়াকারী H_2 অংশের দ্বিগুণ মাত্রায় উৎপন্ন হয়—অতএব উৎপন্ন HI এর পরিমাণ হইবে $2x$ মোল।

বিক্রিয়াটির আদি অবস্থায়

$$[H_2] = 1.00 \text{ মোল/লিটার}$$

$$[I_2] = 2.00 \text{ মোল/লিটার}$$

$$[HI] = 3.00 \text{ মোল/লিটার}$$

বিক্রিয়াটির সাম্যাবস্থায়

$$[H_2] = (1.000 - x) \text{ মোল/লিটার}$$

$$[I_2] = (2.000 - x) \text{ মোল/লিটার}$$

$$[HI] = (3.000 + 2x) \text{ মোল/লিটার}$$

সাম্যাবস্থায়, ভারক্রিয়া হ্রাসমান,

$$\frac{[HI]^2}{[H_2] \cdot [I_2]} = 45.9 = \frac{(3.00 + 2x)^2}{(1.000 - x)(2.000 - x)}$$

বা, $x = 0.684$

অতএব সাম্যাবস্থায়,

$$\text{হাইড্রোজেনের পরিমাণ} = [H_2] = 1.000 - x = 0.316 \text{ মোল/লিটার।}$$

$$\text{আয়োডিনের পরিমাণ} = [I_2] = 2.000 - x = 1.316 \text{ মোল/লিটার।}$$

$$\text{হাইড্রোজেনিক আয়সিডের পরিমাণ} = [HI] = 3.000 + 2x = 4.368 \text{ মোল/লিটার।}$$

□ উভমুখী গ্যাসীয় বিক্রিয়া এবং চাপনির্ভর সাম্যধ্রুবক K_p :

গ্যাসের নানা ধর্মের কথা পঞ্চম অধ্যায়ে বলা হইয়াছে। পরীক্ষাধীন যে কোন গ্যাসের চাপ, উহার অণুর সংখ্যা বা মোলের উপর নির্ভর করে এবং সম্মিলিত গ্যাস

সূত্র হইতে সহজেই গ্যাসের অণু বা মোল সংখ্যার সহিত গ্যাসের চাপের সম্পর্কটি নিম্নোক্তভাবে অঙ্কসরণ করা যায়—

$$PV = n RT$$

$$\text{বা, } P = \frac{n}{V} RT$$

$$\text{বা, } P = c.RT$$

এখানে $c = \frac{n}{V}$ বা আয়তন পিছু মোলের সংখ্যা = মোলার গাঢ়ত্ব

আবার বিভিন্ন গ্যাসমিশ্রের মোট যে চাপ, অংশপ্রেষ সূত্র অনুসারে, প্রতি গ্যাসের নিজস্ব চাপ বা অংশপ্রেষ ঐ গ্যাসটির মোল-অনুপাতের উপর নির্ভর করে। সুতরাং, এমন একটি উভমুখী বিক্রিয়া যদি গণ্য করা যায় যেখানে বিক্রিয়ক ও বিক্রিয়ালব্ধ পদার্থগুলি সবই গ্যাসীয়—সেক্ষেত্রে ভরক্রিয়া সূত্রানুসারে সাম্যধ্রুবক গণনার জন্য, বিক্রিয়ক ও বিক্রিয়ালব্ধ পদার্থগুলির সাম্যাবস্থায় বর্তমান অংশপ্রেষগুলিকে মোলার গাঢ়ত্বের পরিবর্তে ব্যবহার করা যাইতে পারে। মোলার গাঢ়ত্বের পরিবর্তে, এরূপে অংশপ্রেষ ব্যবহার করিয়া—যে সাম্যধ্রুবক পাওয়া যায় উহা মোলার-গাঢ়ত্বে গণিত সাম্যধ্রুবক K_c হইতে ভিন্ন মানের, কিন্তু নির্দিষ্ট উষ্ণতায় উহাও সাম্যধ্রুবক; অংশ-প্রেষ ভিত্তিতে গণিত যে সাম্যধ্রুবক পাওয়া যায়, K_c হইতে উহার পার্থক্য বুঝাইবার জন্য উহাকে K_p বলিয়া স্থচিত করা হয়।

□ সাম্যধ্রুবকের বিভিন্ন দুইটি রূপ K_c ও K_p -এর পারস্পরিক সম্পর্ক :

উভমুখী বিক্রিয়ার সাধারণ গণনায় আমরা K_c কেই সাম্যধ্রুবক বলিয়া গণ্য করি। উভমুখী বিক্রিয়ায়, বিক্রিয়ক ও বিক্রিয়ালব্ধ পদার্থগুলি গ্যাস হইলে, অংশপ্রেষের পরিপ্রেক্ষিতে গণিত সাম্যধ্রুবক K_p । K_c ও K_p -এর মধ্যে একটি সম্পর্ক আছে।

ধরা যাক একটি সরল উভমুখী বিক্রিয়া—



এই বিক্রিয়ায়, A, B, C এবং D—গ্যাসীয়।

$$\text{সংজ্ঞানুসারে, } K_c = \frac{[C] \cdot [D]}{[A] \cdot [B]}$$

$$\text{এবং, } K_p = \frac{p_C \times p_D}{p_A \times p_B}$$

p_C, p_D, p_A, p_B যথাক্রমে C, D, A এবং B-এর অংশপ্রেষ।

$$\text{যেহেতু } PV = nRT$$

$$\text{বা, } P = \frac{n}{V} RT$$

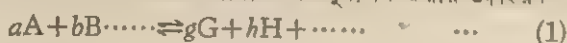
$$\text{বা, } P = cRT$$

$$\therefore p_A = [A]RT$$

$p_A = A$ -গ্যাসের অংশপ্রেষ
 $[A] = A$ 'র মোলার গাঢ়ত্ব

অনুরূপভাবে, $p_B = [B] RT$ ইত্যাদি।

নিম্নলিখিত সমীকরণ একটি সাধারণ উভমুখী বিক্রিয়ার উদাহরণ—



এই বিক্রিয়ার

$$\begin{aligned} K_p &= \frac{p_G^g \times p_H^h \times \dots}{p_A^a \times p_B^b \times \dots} \\ &= \frac{[G]^g (RT)^g \times [H]^h \times (RT)^h \times \dots}{[A]^a (RT)^a \times [B]^b \times (RT)^b \times \dots} \\ &= \frac{[G]^g \times [H]^h \times \dots}{[A]^a \times [B]^b \times \dots} \times \frac{(RT)^{g+h+\dots}}{(RT)^{a+b+\dots}} \\ &= \frac{[G]^g \times [H]^h \times \dots}{[A]^a \times [B]^b \times \dots} \times RT^{(g+h+\dots)-(a+b+\dots)}, \end{aligned}$$

এই সমীকরণে $[g+h+\dots]$ বিক্রিয়ালব্ধ পদার্থগুলির মোট অণু বা মোল সংখ্যা এবং $[a+b+\dots]$ বিক্রিয়ক পদার্থগুলির মোট অণু বা মোল সংখ্যা ;

অতএব, $[g+h+\dots] - [a+b+\dots] =$ বিক্রিয়ালব্ধ পদার্থগুলির মোট মোল বা অণু সংখ্যা - বিক্রিয়ক পদার্থগুলির মোট অণু বা মোল সংখ্যা

$$= \Delta n.$$

সুতরাং, সমীকরণটি

$$K_p = \frac{[G]^g \times [H]^h \times \dots}{[A]^a \times [B]^b \times \dots} \times RT^{\Delta n} \quad \dots \quad (2)$$

আবার K_c এর সংজ্ঞানুসারে, 1 নং সমীকরণ হইতে

$$K_c = \frac{[G]^g \times [H]^h \times \dots}{[A]^a \times [B]^b \times \dots}$$

সুতরাং, 2 নং সমীকরণকে নিম্নরূপে পুনর্লিখিত করা যায়—

$$K_p = K_c \times RT^{\Delta n}.$$

এই সমীকরণটিই K_p ও K_c -এর পারস্পরিক সম্পর্ক। এই সমীকরণে

K_p = অংশপ্রেষের পরিপ্রেক্ষিতে গণিত সাম্যধ্রুবক

K_c = মোলার গাঢ়ত্বের পরিপ্রেক্ষিতে গণিত সাম্যধ্রুবক

R = মোল-গ্যাস ধ্রুবক

T = উষ্ণতা (অ্যাবসোলিউট মানে)

Δn = বিক্রিয়কের মোট অণু ও বিক্রিয়ালব্ধ পদার্থগুলির মোট অণুর পার্থক্য।

* বিক্রিয়ক ও বিক্রিয়ালব্ধ পদার্থের অণু বা মোলসংখ্যা বা গুণক, গণনায় অংশপ্রেষের ঘাতে পরিণত হয়।

[যদি বিক্রিয়কের মোট অণু, বিক্রিয়ালব্ধ পদার্থগুলির মোট অণুর সহিত সমান হয় (যেমন, $H_2 + I_2 = 2HI$), $\Delta n = 0$; সেক্ষেত্রে $K_p = K_c$ ।

যদি বিক্রিয়কের অণু বিক্রিয়ালব্ধ পদার্থগুলির মোট অণুর সহিত অসমান হয়, সেক্ষেত্রে $K_p \neq K_c$ ।



বিক্রিয়ালব্ধ পদার্থের মোট অণুসংখ্যা 2 এবং বিক্রিয়ক পদার্থগুলির মোট অণুসংখ্যা (1+3) বা 4 ; অতএব $\Delta n = 2 - 4 = -2$

এক্ষেত্রে, $K_p = K_c \times (RT)^{-\Delta n}$]

উদাহরণ : $SO_2 + \frac{1}{2}O_2 \rightleftharpoons SO_3$; $600^\circ C$ উষ্ণতায় এই বিক্রিয়ার $K_c = 61.7$; K_p নির্ণয় কর।

$$\Delta n = \text{বিক্রিয়ালব্ধ পদার্থের মোট অণুসংখ্যা} - \text{বিক্রিয়কগুলির মোট অণুসংখ্যা}$$

$$= 1 - 1\frac{1}{2} = -\frac{1}{2}$$

$$\therefore K_p = K_c \times RT^{-\Delta n}$$

$$= 61.7 \times [0.821 \times (600 + 273)]^{-\frac{1}{2}} = 59.8$$

এখানে গাট্জের একক—মোল/লিটার, চাপের একক—অ্যাটমসফিয়ার, R-এর একক—লিটার-অ্যাটমসফিয়ার।

সাম্যাবস্থার পরিবর্তন ও লে শাটেলিয়েরের নীতি (Equilibrium Change and Le Chatelier's Principle)

কোন বিক্রিয়ার সাম্যাবস্থায় যদি উহার বহিঃস্থ আরোপিত সত্ত্বের (যেমন চাপ, তাপ, বিক্রিয়ক পদার্থগুলির পরিমাণের হ্রাস-বৃদ্ধি ইত্যাদি) পরিবর্তন ঘটান যায়, তবে বিক্রিয়ার সাম্যাবস্থার পরিবর্তন ঘটে। এই পরিবর্তনগুলির পরিমাণগত প্রকৃতির পূর্বাভাস সূত্রকে লে শাটেলিয়ের (Le Chatelier) ও ভন ফ্রুইন (Von Fruin) (1884) একটি নীতি বা উপপাণ্ড প্রস্তাব করেন। যথা :

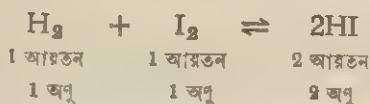
“কোন রাসায়নিক বিক্রিয়াধীন পদার্থসমূহের উপর যদি চাপ, তাপ বা বিক্রিয়ক পদার্থ সমূহের কোন গীড়ন (stress) সৃষ্টি করা যায়, তবে বিক্রিয়াধীন পদার্থ সমূহের স্বতঃস্ফূর্তভাবে এমন পুনর্বিন্যাস ঘটে যাহাতে আরোপিত গীড়ন-ফলকে প্রশমিত করা যায়।”

বস্তুত, লে শাটেলিয়েরের নীতিকে নিউটনের বিখ্যাত তৃতীয় সূত্রের (“প্রতি ক্রিয়ারই একটি সম-পরিমাণ বিপরীত প্রতিক্রিয়া আছে”) রাসায়নিক ভাষায় বলা যায়।

□ লে শাটেলিয়রের নীতি ও সাম্যাবস্থার উপর চাপ পরিবর্তনের ফল :

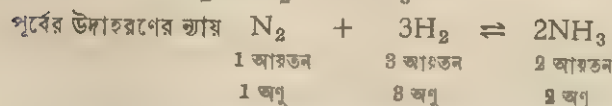
ধরা যাক, একটি বিক্রিয়া : $H_2 + I_2 \rightleftharpoons 2HI$

এই বিক্রিয়ায়, বিক্রিয়ক পদার্থগুলি ও উৎপন্ন পদার্থটি গ্যাসীয় ; অতএব গে লুসাক নিয়মামুসারে, বিক্রিয়াকারী গ্যাসগুলির ও উৎপন্ন গ্যাসটির আয়তনের মধ্যে সরল অনুপাত বর্তমান :



এক্ষেত্রে বিক্রিয়ক গ্যাসগুলির মোট আয়তন এবং অণুসংখ্যা উৎপন্ন গ্যাসের মোট আয়তন ও অণুসংখ্যার সহিত সমান। অর্থাৎ, বিক্রিয়ার পূর্বে ও পরে মোট আয়তন বা অণুসংখ্যার পরিবর্তন ঘটে না। এখন এই বিক্রিয়াধীন পদার্থগুলির উপর যদি চাপ প্রয়োগ করা যায়, তবে একটি পীড়নের সৃষ্টি হইবে। লে শাটেলিয়রের সূত্রানুযায়ী বিক্রিয়াটির প্রবণতা হইবে, এই আরোপিত চাপকে প্রতিরোধ করা, অর্থাৎ সংকুচিত হওয়া। কিন্তু বিক্রিয়াটি $H_2 + I_2 \rightleftharpoons 2HI$ সম্মুখমুখী হইলে বা বিপরীতমুখী হইলে কোন ক্ষেত্রেই আয়তন হ্রাস বা সংকোচন ঘটে না। সুতরাং এক্ষেত্রে চাপের প্রভাবে সাম্যাবস্থার (অর্থাৎ H_2 , I_2 এবং HI -এর) আয়তন বা অণুসংখ্যার—চাপ প্রয়োগের পূর্বে ও পরে কোন পরিবর্তন লক্ষিত হইবে না।

অপর একটি বিক্রিয়া ধরা যাক,—



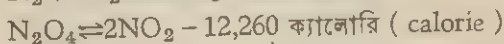
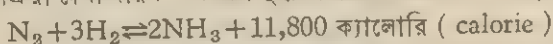
এই বিক্রিয়াটিতেও বহিঃস্থ আরোপিত চাপ বৃদ্ধি করিলে, লে শাটেলিয়রের নীতি অনুসারে একটি পীড়ন সৃষ্টি হইবে এবং বিক্রিয়াধীন পদার্থগুলির মধ্যে এই চাপ প্রতিরোধের একটি প্রবণতা অর্থাৎ সংকুচিত হওয়ার প্রবণতা দেখা দিবে। এখন বিক্রিয়াটি সম্মুখমুখী হইলে অর্থাৎ $N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$ হইলে, মোট 4 আয়তন বিক্রিয়ক পদার্থ 2 আয়তন বিক্রিয়ালব্ধ পদার্থে পরিণত হইয়া আয়তনের সংকোচন সৃষ্টি সম্ভব করে। সুতরাং, চাপ বৃদ্ধির সহিত বিক্রিয়াটি অধিকমাত্রায় সম্মুখমুখী হইবে অর্থাৎ বেশী মাত্রায় NH_3 উৎপন্ন হইবে ; অবধারিতভাবে, এই উৎপাদনকে কার্যকরী করিয়া তুলিতে, N_2 ও H_2 -এর মাত্রা হ্রাস পাইবে। কিন্তু স্মরণ রাখা প্রয়োজন, সাম্যাবস্থক বা K নিত্যই থাকে ; কারণ

$$K = \frac{[NH_3]^2}{[N_2].[H_2]^3}$$

NH_3 গ্যাসের পরিমাণ বৃদ্ধির সহিত লব অংশ যেমন $[NH_3]^2$ বৃদ্ধি পায়, হর অংশে একই কালে $[N_2]$ এবং $[H_2]^3$ হ্রাস পাইয়া, অনুপাতটি নিত্যই রাখে।

□ লে শাটেলিয়রের নীতি ও সাম্যাবস্থার উপর তাপ পরিবর্তনের ফল :

রাসায়নে তাপদায়ী (exothermic) ও তাপগ্রাহী (endothermic) দুই প্রকার বিক্রিয়া দেখা যায়। এইরূপ দুইটি বিক্রিয়ার কথা ধরা যাক—



ধরা যাক প্রথম বিক্রিয়াটিতে আরোপিত তাপের পরিমাণ বৃদ্ধি করিয়া একটি পীড়নের সৃষ্টি করা হইল। লে শাটেলিয়রের নীতি অনুসারে, বিক্রিয়াধীন পদার্থগুলির মধ্যে এই পীড়ন ফলকে প্রশমিত করার প্রবণতা দেখা দিবে। তাপবৃদ্ধির ফলে উষ্ণতাবৃদ্ধি ঘটে; সুতরাং বিক্রিয়াটি তাপ হ্রাস বা শীতলতা উৎপাদন করিয়া এই উষ্ণতাবৃদ্ধিকে প্রতিরোধ করিবে। আলোচ্য বিক্রিয়াটি সম্মুখমুখী হইলে অর্থাৎ $N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3 + 11800$ ক্যালোরি হইলে, আরো অধিক তাপ উৎপন্ন ও আরো পীড়ন সৃষ্টি করিবে, কিন্তু বিক্রিয়াটি বিপরীতমুখী অর্থাৎ $2NH_3 \rightarrow N_2 + 3H_2 - 11800$ ক্যালোরি হইলে, উহা একটি শীতলতা উৎপাদন করিতে পারে। সুতরাং, বিক্রিয়াটির স্বাভাবিক সাম্যাবস্থায় যে মাত্রায় NH_3 ছিল, তাহা থাকিবে না, উহা বিপরীতমুখী বিক্রিয়ার প্রবণতায় বিধোজিত হইয়া অধিকতর N_2 ও H_2 সৃষ্টি করিবে; অর্থাৎ, আলোচ্য বিক্রিয়াটির উদ্দেশ্য যদি NH_3 উৎপাদন হয়, তাহা হইলে স্বাভাবিক উষ্ণতায় যেটুকু NH_3 পাওয়া যাইবে, তাপবৃদ্ধির ফলে তাহার উৎপাদন পরিমাণ আরো কমিয়া যাইবে।

দ্বিতীয় বিক্রিয়াটিতে, তাপবৃদ্ধির ফলে পীড়ন ঘটিবে এবং বিক্রিয়াটি শীতলতা উৎপাদন বা তাপ-শোষণ করিয়া এই পীড়নফলকে প্রতিরোধ করিবে। বিক্রিয়াটি সম্মুখমুখী হইলে অর্থাৎ $N_2O_4 \rightarrow 2NO_2 - 12260$ ক্যালোরি হইলে, তবেই বাঞ্ছিত তাপশোষণ ঘটে; বিক্রিয়াটি বিপরীতমুখী অর্থাৎ $2NO_2 \rightarrow N_2O_4 + 12260$ ক্যালোরি হইলে, তাপবৃদ্ধি অর্থাৎ পীড়নফল বৃদ্ধি করিবে। সুতরাং তাপবৃদ্ধির সহিত এই বিক্রিয়ায় NO_2 এর পরিমাণ বৃদ্ধি পাইবে এবং N_2O_4 এর পরিমাণ হ্রাস পাইবে।

তাপবৃদ্ধির ক্ষেত্রের ঞ্চায়, এই উভয় বিক্রিয়ার ক্ষেত্রেও বিক্রিয়ক ও বিক্রিয়ালব্ধ পদার্থ উভয়েরই পরিমাণ যদিও পরিবর্তিত হয়, সাম্যক্রমিক কিন্তু অপরিবর্তিত থাকে।

লে শাটেলিয়রের নীতি অনুসারে	তাপদায়ী বিক্রিয়া	তাপগ্রাহী বিক্রিয়া
প্রযুক্ত তাপের		
(i) বৃদ্ধি ঘটিলে	হ্রাস পায়	বৃদ্ধি পায়
(ii) হ্রাস ঘটিলে	বৃদ্ধি পায়	হ্রাস পায়

লে শাটেলিয়রের নীতি অনুসারে	যে গ্যাসীয় বিক্রিয়ায়	
	বিক্রিয়ক পদার্থের মোট আয়তন > বিক্রিয়াজনক পদার্থের মোট আয়তন	বিক্রিয়ক পদার্থের মোট আয়তন < বিক্রিয়াজনক পদার্থের মোট আয়তন
প্রযুক্ত চাপের		
(i) বৃদ্ধি ঘটিলে	বৃদ্ধি পায়	হ্রাস পায়
(ii) হ্রাস ঘটিলে	হ্রাস পায়	বৃদ্ধি পায়

□ লে শাটেলিয়রের নীতি ও বিক্রিয়ক গাঢ়ত্বের পরিবর্তন :

সাম্যাবস্থায় কোন বিক্রিয়ার মধ্যে কোনো বিক্রিয়ক গাঢ়ত্বের পরিবর্তন দ্বারা পৌড়নের সৃষ্টি করিলে, উহাও সাম্যাবস্থার পরিবর্তন ঘটায়।

ধরা যাক বিক্রিয়াটি,



সাম্যাবস্থায় এই বিক্রিয়াটিতে যদি অতিরিক্ত কিছু H_2 যোগ করা যায়, তাহা হইলে একটি পৌড়নের সৃষ্টি হইবে। লে শাটেলিয়রের নীতি অনুসারে বিক্রিয়াটিতে এই পৌড়নকে প্রতিরোধের প্রবণতা দেখা দিবে। এই প্রতিরোধের প্রক্রিয়া হইবে, যুক্ত হাইড্রোজেনের গাঢ়তা হ্রাস। যুক্ত H-কে HI রূপে পরিণত করিলে, মোলরূপ H-এর গাঢ়তা হ্রাস পাইবে। অর্থাৎ বিক্রিয়াটি সম্মুখমুখী $H_2 + I_2 \rightarrow 2HI$ হইলে, H-এর গাঢ়তা হ্রাস পাইবে। কিন্তু H-কে HI রূপে পরিণত করিতে হইলে, I-এরও সংযোজন প্রয়োজন। অতএব, অবধারিত ভাবেই H-গাঢ়তা হ্রাসের একই সাথে I-এর গাঢ়তাও হ্রাস পাইবে। সুতরাং অতিরিক্ত বিক্রিয়ক H যোগ করার মোট ফল, স্বাভাবিক সাম্যাবস্থার তুলনায় অধিকতর HI উৎপন্ন হইবে এবং স্বাভাবিক সাম্যাবস্থায় যে I থাকিত তদপেক্ষা কম I থাকিবে।

এই সিদ্ধান্তটিতে অন্তর্ভাবেও উপনীত হওয়া যায়। এই বিক্রিয়াটির

$$K = \frac{[HI]^2}{[H_2][I_2]}$$

এখন অতিরিক্ত H বিক্রিয়ক যোগ করার অর্থ, $[H_2]$ অংশটির বা গাণিতিক অনুপাতটিতে লব অংশের মান বৃদ্ধি। কিন্তু যেহেতু K একটি ধ্রুবক অতএব K'র গাণিতিক অনুপাত নিত্য রাখিতে হর অংশের বৃদ্ধির সহিত (i) লব অংশেরও অর্থাৎ HI গাঢ়তার $[HI]$ বৃদ্ধি বা (ii) হর অংশের $[I_2]$ গাঢ়তার হ্রাসও অবশ্যই অনিবার্য। সুতরাং $[HI]$ অংশের বৃদ্ধি ঘটবে (বা বিক্রিয়াটি অধিকমাত্রায় সম্মুখমুখী হইবে) এবং অবধারিত ভাবেই I অংশ, HI রূপে পরিণত হওয়ার জন্য $[I_2]$ অংশও হ্রাস পাইবে এবং মোট ফলশ্রুতিতে K অপরিবর্তিত থাকিবে।

বিক্রিয়া : $A+B \rightleftharpoons C+D$

A-র গাঢ়তা বৃদ্ধি করিলে C, D-এর গাঢ়তা বাড়ে এবং B-র গাঢ়তা কমে।

B-র গাঢ়তা বৃদ্ধি করিলে C, D-এর গাঢ়তা বাড়ে এবং A-র গাঢ়তা কমে।

C-র গাঢ়তা বৃদ্ধি করিলে A, B-এর গাঢ়তা বাড়ে এবং D-র গাঢ়তা কমে।

D-র গাঢ়তা বৃদ্ধি করিলে A, B-এর গাঢ়তা বাড়ে এবং C-র গাঢ়তা কমে।

□ লে শাটেলিয়রের নীতি ও নিষ্ক্রিয় পদার্থ-যোগে সাম্যাবস্থার পরিবর্তন :

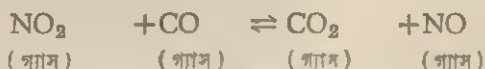
বিক্রিয়ক বা বিক্রিয়ালব্ধ পদার্থের সহিত প্রত্যক্ষ যুক্ত নয় বা বিক্রিয়া করে না এমন কোনো নিষ্ক্রিয় পদার্থ কোন উভমুখী বিক্রিয়ার সিস্টেমে যোগ করিলে— রাসায়নিক সাম্য প্রভাবিত হইতেও পারে, না হইতেও পারে।

গ্যাসীয় বিক্রিয়াগুলি স্থির চাপ বা স্থির আয়তনে নির্বাহ করা হয়। ধরা যাক $PCl_5 \rightleftharpoons PCl_3 + Cl_2$ এই বিক্রিয়ায়, স্থির চাপে কিছু N_2 -গ্যাস প্রবিষ্ট করান হইল। এক্ষেত্রে মোট চাপ স্থির থাকিলেও, বিক্রিয়াধীন গ্যাসগুলির অংশগ্ৰেব পরিবর্তিত হইবে, ফলে K_p পরিবর্তিত হইবে।

আবার পূর্বোক্ত বিক্রিয়ার, স্থির আয়তনে কিছু N_2 -গ্যাস প্রবিষ্ট করাইলে, সিস্টেমে মোট চাপ বৃদ্ধি পাইলেও, বিক্রিয়াধীন গ্যাসগুলির অংশগ্ৰেব একই থাকিবে ; ফলে সাম্যের দিক হইতে কোন পরিবর্তন হইবে না, অর্থাৎ K_p অপরিবর্তিত থাকিবে।

গাণিতিক উদাহরণ

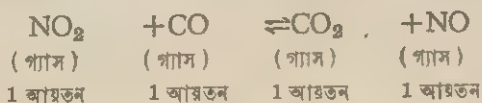
(1) (i) একটি নির্দিষ্ট উষ্ণতা ও মোট 2-অ্যাটমোসফিয়ার চাপে নিম্নোক্ত বিক্রিয়াটি সাম্যাবস্থায় আছে—



এই বিক্রিয়ায়, মোট চাপ 4-অ্যাটমোসফিয়ারে পরিবর্তিত করিলে বিক্রিয়ালব্ধ পদার্থগুলির পরিমাণ—বৃদ্ধি পাইবে, হ্রাস পাইবে, না অপরিবর্তিত থাকিবে, ব্যাখ্যাসহ উত্তর দাও।

(ii) পূর্বোক্ত বিক্রিয়ায় যদি বাহির হইতে সিস্টেমে আরো CO প্রবিষ্ট করাইয়া CO-এর অংশগ্ৰেব বাড়ান যায়, বিক্রিয়ালব্ধ পদার্থগুলির উপর কি প্রভাব দেখা যাইবে ? (গাণিতিক উপস্থাপনের প্রয়োজন নাই) [উচ্চ মাধ্যমিক, 1978]

(i) বিক্রিয়াটি—

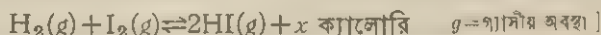


এই বিক্রিয়াটিতে বিক্রিয়ালব্ধ এবং বিক্রিয়ক পদার্থ সবগুলিই গ্যাস এবং সমীকরণের বামদিকে বিক্রিয়কগুলির মোট আয়তন ও ডানদিকে বিক্রিয়ালব্ধ পদার্থগুলির মোট আয়তন একই।

অতএব, লে শাটেলিয়ের নীতি অনুসারে, বিক্রিয়ায় আয়তনের পরিবর্তন ঘটেনা বলিয়া, চাপের কোন প্রভাব নাই; এবং চাপ 4 অ্যাটমোসফিয়ারে পরিবর্তিত করিলেও, সাম্যাবস্থার কোন প্রভেদ ঘটিবে না।

(ii) দ্বিতীয় ক্ষেত্রে, সিস্টেমে যদি বাহির হইতে আরো CO প্রবিষ্ট করান যায়, এবং CO-এর অংশপ্রেশ বৃদ্ধি করা যায়—লে শাটেলিয়ার নীতি অনুসারে সিস্টেম বর্ধিত চাপকে প্রশমিত করার চেষ্টা করিবে। এই প্রশমন একমাত্র সম্ভব হইতে পারে যদি প্রবিষ্ট CO-কে বিক্রিয়ায় ব্যবহার করিয়া রূপান্তরিত করা যায়—অর্থাৎ সিস্টেমটি আরো দক্ষিণমুখী হইয়া প্রবিষ্ট CO-কে CO₂তে রূপান্তরিত করিয়া দিবে, বা অন্ততঃ বিক্রিয়ালব্ধ পদার্থগুলির পরিমাণ বাড়িবে।

(2) একটি নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় ও চাপে $H_2(g) + I_2(g) \rightleftharpoons 2HI(g)$ এই বিক্রিয়ার বিক্রিয়ক ও বিক্রিয়াজাত পদার্থগুলি সাম্যাবস্থায় আছে। বিক্রিয়াটি তাপদায়ী (exothermic)। এখন তাপমাত্রা ও চাপ পরিবর্তন করিলে, বিক্রিয়াজাত পদার্থটির পরিমাণ কীভাবে পরিবর্তিত হইবে তাহা ব্যাখ্যা কর। যে সূত্রটি সাহায্যে ইহা ব্যাখ্যা করা যায় সেটি বিবৃত কর। [উচ্চ মাধ্যমিক 1979]



যেহেতু বিক্রিয়াটি তাপদায়ী, অতএব লে শাটেলিয়ার সূত্রানুযায়ী

(i) প্রযুক্ত তাপের বৃদ্ধি ঘটিলে, HI এর উৎপাদন হ্রাস পায়, এবং

(ii) প্রযুক্ত তাপের হ্রাস ঘটিলে HI এর উৎপাদন বৃদ্ধি পায়।

যেহেতু, বিক্রিয়াটিতে বিক্রিয়ক পদার্থগুলির মোট আয়তন এবং বিক্রিয়ালব্ধ পদার্থের মোট আয়তন একই, অতএব লে শাটেলিয়ারের নীতি অনুসারে চাপের হ্রাস-বৃদ্ধির সহিত HI এর উৎপাদনের হ্রাস বা বৃদ্ধি কোনটিই ঘটবে না।

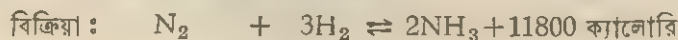
শিল্প প্রযুক্তিতে ব্যবহৃত কয়েকটি রাসায়নিক

বিক্রিয়া ও লে শাটেলিয়ারের নীতি

(La Chatelier Principle and its Application to some Industrial Reactions)

□ অ্যামোনিয়া প্রস্তুতি :

অ্যামোনিয়া গ্যাসের শিল্প উৎপাদন (industrial preparation)-যে পদ্ধতিতে হয়, উহার নাম হেবার পদ্ধতি (Haber's process)। এই পদ্ধতিতে N₂ ও H₂ হইতে NH₃ গ্যাস প্রস্তুত হয়।



1 আয়তন 3 আয়তন 2 আয়তন

যেহেতু, N_2 ও H_2 , NH_3 -তে পরিণত হওয়ার কালে আয়তনের সংকোচন ঘটে, অতএব লে শাটেলিয়ের নীতি অনুসারে, বর্ধিত চাপে বিক্রিয়াটি সম্মুখমুখী হইবে এবং অধিকমাত্রায় NH_3 উৎপন্ন হইবে। সুতরাং, NH_3 -এর শিল্প প্রস্তুতিতে অধিক NH_3 উৎপাদনের লক্ষ্যে, N_2 এবং H_2 -এর উপর বর্ধিত বহিঃস্থ চাপ প্রয়োগ একটি আবশ্যিক সর্ত।

আবার, বিক্রিয়াটি তাপদায়ী বিক্রিয়া। সুতরাং তাপবৃদ্ধি করিলে বিক্রিয়াটি বিপরীতমুখী হইবে এবং উৎপন্ন NH_3 -র বিঘোজিত হইবার প্রবণতা থাকিবে। সুতরাং NH_3 -র শিল্প প্রস্তুতিতে অধিক NH_3 উৎপাদনের লক্ষ্যে, বর্ধিত তাপ বর্জনীয়।

নিম্নতাপ বাঞ্ছনীয় হইলেও, নিম্নতাপে যে কোন বিক্রিয়াই সম্পূর্ণ হইতে অধিক সময় লাগে। এক্ষেত্রে ‘প্রকট উষ্ণতায়’ (optimum temperature) এবং কোন অমুঘটক (catalyst) ব্যবহার করিলে সর্বাধিক পরিমাণ NH_3 উৎপাদন স্বল্প সময়ে করা যায়।

প্রকৃত ক্ষেত্রে, হেবার পদ্ধতিতে NH_3 উৎপাদনের ক্ষেত্রে,—

(i) N_2 ও H_2 -এর আয়তনিক মাত্রা 1 : 3 ;

(ii) উষ্ণতা $550^\circ C$;

(iii) চাপ 200 বায়ু চাপ (atmosphere) ;

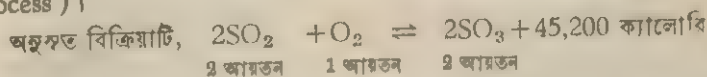
(iv) অমুঘটক আয়রনচূর্ণ, উর্দীপক (promoter) রূপে মলিবডেনামসং

ব্যবহার করা হয়।

□ সালফিউরিক অ্যাসিড প্রস্তুতি :

সালফিউরিক অ্যাসিডের মূল উপাদান সালফার ট্রায়ক্সাইড (SO_3) , ইহা জলের সহিত, দ্রবণে সালফিউরিক অ্যাসিড উৎপন্ন করে। $SO_3 + H_2O = H_2SO_4$

SO_3 -এর শিল্প উৎপাদন ঘটে, অমুঘটকের উপস্থিতিতে, SO_2 এবং O_2 গ্যাসের সংযোজনের মাধ্যমে। এই পদ্ধতিটির নাম সংস্পর্শ পদ্ধতি (Contact process)।



যেহেতু, SO_2 ও O_2 , SO_3 -তে পরিণত হওয়ার কালে আয়তনের সংকোচন ঘটে; অতএব লে শাটেলিয়ের নীতি অনুসারে, বর্ধিত চাপে বিক্রিয়াটি সম্মুখমুখী হইবে এবং অধিকমাত্রায় SO_3 উৎপন্ন হইবে। সুতরাং শিল্প প্রস্তুতিতে অধিক মাত্রায় SO_3 উৎপাদনের লক্ষ্যে SO_2 এবং O_2 -র উপর বর্ধিত চাপ প্রয়োগ বাঞ্ছনীয়।

আবার বিক্রিয়াটি তাপদায়ী বিক্রিয়া। সুতরাং তাপবৃদ্ধি করিলে বিক্রিয়াটি বিপরীতমুখী হইবে এবং উৎপন্ন SO_3 বিঘোজিত হইবার প্রবণতা থাকিবে। সুতরাং SO_3 -এর শিল্প প্রস্তুতিতে অধিক SO_3 উৎপাদনের লক্ষ্যে, বর্ধিত তাপ বর্জনীয়।

নিম্ন তাপ বাঞ্ছনীয় হইলেও নিম্নতাপে $\text{SO}_2 \rightarrow \text{SO}_3$ বিক্রিয়াটি সম্পূর্ণ হইতে অধিক সময় লাগে। এক্ষেত্রে প্রকৃষ্ট উষ্ণতায় (optimum temp.) কোন অনুঘটক ব্যবহার করিলে SO_3 এর উৎপাদন স্বল্প সময়ের করা যায়।

প্রকৃতক্ষেত্রে, সংস্পর্শ পদ্ধতিতে SO_3 উৎপাদনের ক্ষেত্রে—

(i) SO_2 এবং O_2 এর আয়তনিক মাত্রা 2 : 3

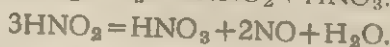
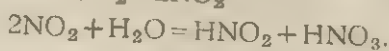
(ii) উষ্ণতা 450°C .

(iii) চাপ—1.2 বায়ু চাপ [বর্ধিত চাপ বাঞ্ছিত হইলেও, এই চাপেই যথেষ্ট SO_3 এতে (98%) রূপান্তরণ ঘটে]

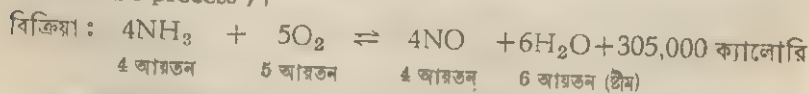
(iv) অনুঘটক—প্লাটিনাম (Pt), বা ভ্যানেডিয়াম পেন্টক্সাইড (V_2O_5)—ব্যবহৃত হয়।

□ নাইট্রিক অ্যাসিড প্রস্তুতি :

নাইট্রিক অ্যাসিড প্রস্তুতিতে মূল উপাদান নাইট্রিক অক্সাইড, NO। NO কোনওকি সহজ বিক্রিয়ার মাধ্যমে HNO_3 তে পরিণত হয়।



নাইট্রিক অক্সাইডের শিল্প প্রস্তুতি ঘটে অনুঘটকের উপস্থিতিতে অক্সিজেন যোগে অ্যামোনিয়া গ্যাসের জারণের মাধ্যমে। এই পদ্ধতিটির নাম অস্টওয়াল্ড পদ্ধতি (Ostwald's process)।



যেহেতু বিক্রিয়াটিতে NO গ্যাসের উৎপাদনমুখী বিক্রিয়ার ফলে আয়তনের প্রসারণ ঘটে, অতএব লে শাটেলিয়রের নীতি অনুসারে বর্ধিত চাপ প্রয়োগ করিলে বিপরীতমুখী বিক্রিয়াটিই $4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow 4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2$ ঘটিবে। সুতরাং শিল্প প্রস্তুতিতে অধিক NO উৎপাদনের লক্ষ্যে বর্ধিত বহিঃস্থ চাপ প্রয়োগ আবঞ্জনীয়।

আবার, বিক্রিয়াটি তীব্র তাপদায়ী বিক্রিয়া। সুতরাং লে শাটেলিয়রের নীতি অনুসারে বর্ধিত তাপে বিপরীতমুখী বিক্রিয়া [অর্থাৎ $4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow 4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2 - 305,000 \text{ ক্যালোরি}$] ঘটিবে এবং উৎপন্ন NO বিয়োজিত হইবার প্রবণতা ঘটিবে। সুতরাং NO-এর শিল্প প্রস্তুতিতে অধিক মাত্রায় NO উৎপাদনের জন্য বর্ধিত তাপ বর্জনীয়।

নিম্ন তাপ বাঞ্ছনীয় হইলেও, নিম্ন উষ্ণতায় NO-এর সম্পূর্ণ উৎপাদনে অধিক সময় লাগে। এক্ষেত্রে প্রকৃষ্ট-উষ্ণতায় কোন অনুঘটক ব্যবহার করিলে NO-র উৎপাদনটি জরুরি করা যায়।

প্রকৃত ক্ষেত্রে অস্টওয়াল্ড পদ্ধতিতে NO উৎপাদনের ক্ষেত্রে,

(i) NH_3 এবং O_2 -এর আয়তনিক মাত্রা 1 : 7.5 ;

(ii) উষ্ণতা 500°C . ;

(iii) অন্তঃচক, প্লাটিনাম তারজালি (platinum gauge) ব্যবহার করা হয়।

অতিরিক্ত-গাণিতিক উদাহরণ

(1) 427°C . উষ্ণতায় এবং 20 অ্যাটমোসফিয়ার চাপে



এই বিক্রিয়ায়, সাম্যাবস্থায় 16% অ্যামোনিয়া থাকে। বিক্রিয়াটির K_p নির্ণয় কর।

100 গ্রাম-অণু মিশ্রণে উপাদানগুলির পরিমাণ $\text{NH}_3 = 16$ গ্রাম-অণু ;

$\text{H}_2 = 63$ গ্রাম-অণু ; $\text{N}_2 = 21$ গ্রাম-অণু

$$\therefore p_{\text{NH}_3} = \frac{16}{100} \times 20 = 3.2 \text{ অ্যাটমোসফিয়ার}$$

$$p_{\text{H}_2} = \frac{63}{100} \times 20 = 12.6 \quad "$$

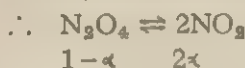
$$p_{\text{N}_2} = \frac{21}{100} \times 20 = 4.2 \quad "$$

$$\therefore K_p = \frac{p_{\text{NH}_3}}{p_{\text{N}_2}^{\frac{1}{2}} \times p_{\text{H}_2}^{\frac{3}{2}}} = \frac{3.2}{(4.2)^{\frac{1}{2}} \times (12.6)^{\frac{3}{2}}} = 3.49 \times 10^{-2}.$$

(2) (a) 25°C উষ্ণতায় এবং 1 অ্যাটমোসফিয়ার চাপে N_2O_4 শতকরা 18.46 ভাগ NO_2 -তে বিয়োজিত হয়। K_p নির্ণয় কর।

(b) উক্ত উষ্ণতায় 0.5 অ্যাটমোসফিয়ার চাপে নাইট্রোজেন টেট্রাক্সাইডের মাত্রা গণনা কর।

(a) ধরা যাক বিয়োজন মাত্রা মোল প্রতি α



$$p_{\text{N}_2\text{O}_4} = \frac{1 - \alpha}{1 + \alpha} P \quad [\because \text{গ্যাসমিশ্রে গ্যাসের অংশগ্রহণ}$$

= মোল অংশপাত \times মোট চাপ]

$$p_{\text{NO}_2} = \frac{2\alpha}{1 + \alpha} P$$

$$\therefore K_p = \frac{p_{\text{NO}_2}^2}{p_{\text{N}_2\text{O}_4}} = \frac{\left(\frac{2\alpha}{1 + \alpha} P \right)^2}{\frac{1 - \alpha}{1 + \alpha} P} = \frac{4\alpha^2 P}{1 - \alpha^2}$$

$$= \frac{4(0.1846)^2}{1 - (0.1846)^2} = 0.141.$$

$$(b) K_p = \frac{4\alpha^2 \cdot P}{1 - \alpha^2}$$

$$0.141 = \frac{4\alpha^2 \times (0.5)}{1 - \alpha^2}$$

$$0.141(1 - \alpha^2) = 2\alpha^2$$

$$\therefore \alpha = 0.257$$

সুতরাং শতকরা বিয়োজনের মাত্রা হইবে $0.257 \times 100 = 25.7$

(3) $\text{PCl}_5 \rightleftharpoons \text{PCl}_3 + \text{Cl}_2$ - এই বিক্রিয়ার $K_p = 1.8$

এই সিস্টেমটি কত চাপে রাখিলে 250 C উষ্ণতায়, শতকরা 50 ভাগ কসফোরাস পেন্টাক্লোরাইড বিয়োজিত হইবে?

1 গ্রাম অণু PCl_5 লওয়া হইলে, উহা হইতে সাম্যাবস্থায় পাওয়া যাইবে—

$\text{PCl}_5 = 0.5$ গ্রাম-অণু; $\text{PCl}_3 = 0.5$ গ্রাম-অণু; $\text{Cl}_2 = 0.5$ গ্রাম-অণু

উপাদানগুলির মোট পরিমাণ = 1.5 গ্রাম-অণু।

উহাদের অংশপ্রেষণগুলি হইবে যথাক্রমে

$$p_{\text{PCl}_5} = p_{\text{Cl}_2} \times p_{\text{PCl}_3} = \frac{0.5}{1.5} P \quad (P = \text{মোট চাপ})$$

$$\therefore K_p = \frac{p_{\text{PCl}_5} \times p_{\text{Cl}_2}}{p_{\text{PCl}_3}} = \frac{\left(\frac{0.5}{1.5} P\right)^2}{\left(\frac{0.5}{1.5} P\right)} = \frac{1}{3} P$$

$$1.8 = \frac{1}{3} P \quad \therefore P = 5.4 \text{ অ্যাটমোসফিয়ার।}$$

প্রশ্নাবলী

1. 'একমুখী বিক্রিয়া' ও 'উভয়মুখী বিক্রিয়া' কাকে বলে? উভয়ের পার্থক্য কি? প্রতি শ্রেণীর বিক্রিয়ার তিনটি করিয়া উদাহরণ দাও।

2. 'রাসায়নিক সাম্য' কাকে বলে? রাসায়নিক সাম্যাবস্থায়—বিক্রিয়ার কি কি বৈশিষ্ট্য লক্ষ্যণীয়? কোন উভয়মুখী বিক্রিয়ার রাসায়নিক সাম্যাবস্থাটি কিরূপে পরিবর্তিত হয়?

3. "রাসায়নিক সাম্যাবস্থায় বিক্রিয়া স্থগিত হয় না, উহা চলমানরূপে সাম্যাবস্থা স্থাপ্ত করে" আলোচনা কর। কি কি সত্ত্বের পরিবর্তন ঘটিলে বিক্রিয়ার সাম্যাবস্থার পরিবর্তন ঘটে।

4. ভরক্রিয়া গুণকটি বিবৃত কর। 'সক্রিয় ভর' ও 'সাম্য দ্রবকের' ব্যাখ্যা কর। নিম্নোক্ত ক্ষেত্রগুলিতে সাম্যদ্রবকের মান হইতে বিচার কর—কোন ক্ষেত্রে বিক্রিয়াটি সর্বাধিক সম্পূর্ণ হইবে; $K=1$, $K=10^{10}$, $K=10^{-10}$?

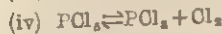
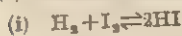
5. ধরা যাক, একটি বিক্রিয়া: $A + B \rightleftharpoons C + D$

286 পৃষ্ঠায় প্রদত্ত তালিকায় বিভিন্ন ক্ষেত্রের A, B, C ও D-এর মান হইতে প্রতি ক্ষেত্রে, সাম্যদ্রবক K গণনা কর।

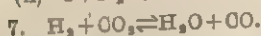
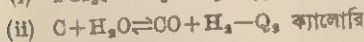
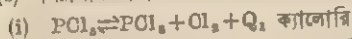
বিপরীত বিক্রিয়াটির (অর্থাৎ, $C + D \rightleftharpoons A + B$) সাম্য-দ্রবক যদি K' হয়, 286 পৃষ্ঠায় প্রদত্ত তালিকা হইতে বিভিন্ন ক্ষেত্রের A, B, C ও D-এর মান লইয়া প্রতিক্ষেত্রে K' গণনা কর এবং দেখাও যে প্রতিক্ষেত্রে K' -এর মান, K-এর লব্ধ মানের বিপরীত (reciprocal)।

6. (a) কোন বিক্রিয়ার সাম্যাবস্থায় যদি উহার উপর বহিঃস্থ আরোপিত সর্বের (যেমন তাপ ও চাপ) পরিবর্তন ঘটান যায়, তবে বিক্রিয়ার সাম্যাবস্থায় কি পরিবর্তন ঘটিবে? এই পরিবর্তনের প্রকৃতি সম্বন্ধে কোন নীতি, কে প্রস্তাব করেন? নীতিটি বিবৃত কর।

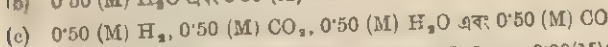
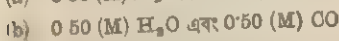
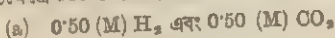
(b) নিম্নলিখিত বিক্রিয়াগুলির উপর চাপ বৃদ্ধির ফল কি হইবে ব্যাখ্যা কর :



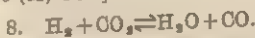
(c) নিম্নলিখিত বিক্রিয়াগুলির উপর তাপবৃদ্ধির ফল কি হইবে ব্যাখ্যা কর :—



986°C উষ্ণতায় এই বিক্রিয়াটির $K=1.60$ । নিম্নের তালিকানুযায়ী কয়েকটি পরীক্ষায় বিক্রিয়ক ও বিক্রিয়ালব্ধ পদার্থের যে গাঢ়তা (মোল/লিটার) দেওয়া আছে তদনুপাতে উহাদের মিশ্রিত করা হইল; প্রতিক্ষেত্রে 986°C উষ্ণতায় সাম্যাবস্থায় বিক্রিয়ার সংশ্লিষ্ট প্রতিটি পদার্থের গাঢ়তা নির্ণয় কর :

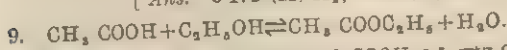


[Ans. (a) 0.22(M) H_2 , 0.22(M) CO_2 , 0.28(M) H_2O এবং 0.28(M) CO (b) 0.22(M) H_2 , 0.22(M) CO_2 , 0.28(M) H_2O এবং 0.28(M) CO (c) 0.44 (M) H_2 , 0.44(M) CO_2 , 0.56 (M) H_2O , 0.56 (M) CO .]

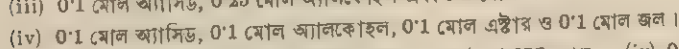
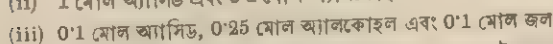
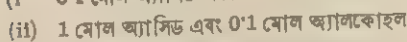
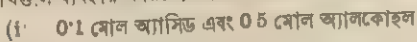


986°C উষ্ণতায় এই বিক্রিয়াটির $K=1.60$ । ঐ উষ্ণতায়, একটি 10.0 লিটার আধারে—1.00 মোল H_2 , 2.00 মোল CO_2 , 3.00 মোল H_2O এবং 4.00 মোল CO যোগ করিলে, সাম্যাবস্থায় প্রতিটি পদার্থের গাঢ়তা (মোল/লিটার) কি হইবে নির্ণয় কর।

[Ans. 0.172 (M) H_2 , 0.272 (M) CO_2 , 0.228 (M) H_2O , 0.328 (M) CO]



এই বিক্রিয়াটিতে আদিত 1 মোল CH_3COOH ও 1 মোল C_2H_5OH লইয়া পরীক্ষা সূর্য করিলে, সাম্যাবস্থায় 0.65 মোল এস্টার ($CH_3COOC_2H_5$) পাওয়া যায়। আদিত নিম্নলিখিত তালিকা অনুযায়ী পদার্থগুলি ব্যবহার করিলে, প্রতি ক্ষেত্রে কি পরিমাণ এস্টার পাওয়া যাইবে নির্ণয় কর।



[Ans. (i) 0.098 মোল; (ii) 0.097 মোল; (iii) 0.077 মোল; (iv) 0.1011 মোল]

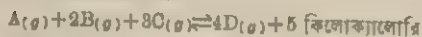
10 সাম্যাবস্থার পরিবর্তনের ক্ষেত্রে 'লে শাটেলিয়রের নীতি' বিবৃত কর এবং শিল্প প্রস্তুতির ক্ষেত্রে গুরুত্বপূর্ণ দুইটি রাসায়নিক বিক্রিয়ার উপর ইহার প্রয়োগ আলোচনা কর।

11. অ্যামোনিয়াম সংশ্লেষ পদ্ধতিতে উৎপাদনকালে ব্যবহৃত সর্বাধিক জন্ত যে যে ভৌত রাসায়নিক নীতিগুলি (Physico-chemical principle) কাজ করে, ঐগুলি আলোচনা কর। [Jt. Entr. 1979]

[সংকেত : 'ভৌত রাসায়নিক নীতি' বলিতে বিক্রিয়ার উপর চাপ, তাপ ও অনুঘটকের প্রয়োগের প্রত্যক্ষ বিচার বুঝায়।]

12. (a) সাম্যাবস্থায় কোন রাসায়নিক বিক্রিয়ায় K_D ও K_C বলিতে কি বুঝায় ?
 (b) একটি উভমুখী গ্যাসীয় বিক্রিয়ায় K_D ও K_C এর মধ্যে সম্পর্কটি গণনা করিয়া দেখাও ।
 (c) নিম্নলিখিত বিক্রিয়াগুলিতে K_D ও K_C এর সম্পর্ক কি হইবে :—
 (i) $C_2H_4 + H_2 \rightleftharpoons C_2H_6$
 (ii) $N_2 + O_2 \rightleftharpoons 2NO$
 (iii) $2NO \rightleftharpoons N_2 + 3H_2$

13. পরীক্ষাধীন একটি সিস্টেম



একটি 7 লিটার আয়তনের বদ্ধ পাত্রে, $600^\circ C$ উষ্ণতায় পূর্বোক্ত সিস্টেমের সাম্যাবস্থায় 1.0 মোল A, 2.0 মোল B, 3.0 মোল C ও 4.0 মোল D থাকে ।

- (a) $600^\circ C$ উষ্ণতায় পূর্বোক্ত সিস্টেমের সাম্যাক্ষরক নির্ণয় কর ।
 (b) $600^\circ C$ উষ্ণতায় পূর্বোক্ত সিস্টেমে 1.0 মোল B, 1.00 মোল C, এবং 1.00 মোল D থাকিলে—
 সাম্যাবস্থায় A কত মোল পরিমাণে থাকিবে ?
 [Ans : 1.2×10^{-3} ; 0.41 মোল]

14. একটি উভমুখী বিক্রিয়া : $Y(g) + 2W(g) \rightleftharpoons 2Z(g)$, (s = কঠিন ; g = গ্যাস) । বিক্রিয়াটির সাম্যাক্ষরক 0.04 । 0.10 মোল Y এবং 0.50 মোল/লিটার W-এর সহিত সাম্যাবস্থায় কি পরিমাণ Z বর্তমান থাকিবে ?
 [Ans : 0.40(M)]

15. একটি উভমুখী বিক্রিয়া : $A(g) + B(g) \rightleftharpoons AB(g)$ । বিক্রিয়াটির সাম্যাক্ষরক 4.0×10^{-3} । একটি 2.0 লিটার আয়তনের 0.50 মোল A ও 0.60 মোল B পরিচয় করান হইলে, AB-এর পরিমাণ কি হইবে ?
 [Ans : 3.0×10^{-3} (M)]

॥ অজৈব রসায়ন ॥

॥ দ্বিতীয় ভাগ ॥

॥ অধাতু ও অধাতব যৌগ ॥

একাদশ
অধ্যায়

হাইড্রোজেন, অক্সিজেন, জল, হাইড্রোজেন
পারক্সাইড ও ওজোন

হাইড্রোজেন—অক্সিজেন—জল—হাইড্রোজেন পারক্সাইড—ওজোন :
প্রস্তুতি, ধর্ম, বিক্রিয়া, নিরীক্ষা ও ব্যবহার

সংকেত—H
অণু—H₂
পরমাণু ভরসংখ্যা—1
পারমাণবিক ওজন—1.008
বহির্কক্ষ ইলেকট্রন—1s'
পর্যায় সারণীতে অবস্থান—গ্রুপ VII B
(বা, গ্রুপ I A)

হাইড্রোজেন
(Hydrogen)

প্রাকৃতিক পাথিব মৌলগুলির মধ্যে হাইড্রোজেন মৌলটি নানা দিক দিয়া বিশিষ্ট। ইহার পরমাণু লঘুতম ও একটিমাত্র প্রোটন ও একটিমাত্র ইলেকট্রনের সমবায় গঠিত। হাইড্রোজেন পরমাণু নানা রাসায়নিক সংজ্ঞায় এককরূপে ব্যবহৃত হয়।

অস্তিত্বের দিক দিয়াও হাইড্রোজেন বিশিষ্ট। সূর্যের উপাদানের প্রায় 70 ভাগ মৌল হাইড্রোজেন। পৃথিবীতে অতি লঘু বলিয়া মৌল হাইড্রোজেনের অস্তিত্ব যৎসামান্য, কিন্তু অণু মৌলের তুলনায় যোগরূপে হাইড্রোজেনের অস্তিত্বই সর্বাধিক। জল, পেট্রোলিয়াম, জৈবজগৎ ও প্রাণীজগৎ—ইহাদের মূল রাসায়নিক উপাদান হাইড্রোজেন।

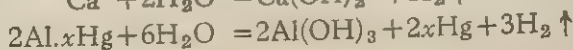
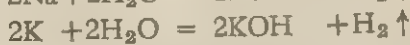
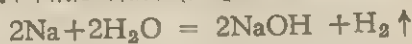
প্যারাসেলসাস ও ভ্যান হেলমণ্ট হাইড্রোজেন গ্যাসের সহিত পরিচিত ছিলেন বলিয়া তাঁহাদের পরীক্ষার বিবরণী হইতে জানা যায়। হাইড্রোজেনের যথার্থ আবিষ্কার ও উহার ধর্মের প্রথম অনুশীলন করেন বিজ্ঞানী ক্যাভেন্ডিশ (1766)।

হাইড্রোজেনের প্রস্তুতি :

হাইড্রোজেন প্রস্তুতির মূল উৎস (i) জল, (ii) অ্যাসিড, (iii) ক্ষার ও (iv) ধাতব হাইড্রাইড শ্রেণীর যোগ।

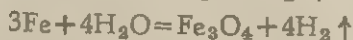
□ জল হইতে হাইড্রোজেনের প্রস্তুতি :

● সাধারণ উষ্ণতায় জলের সহিত ক্ষারীয় ধাতুগুলি, যেমন Na, K, Ca, Ba, Sr ইত্যাদি হাইড্রোজেন উৎপন্ন করে। কিছু কিছু ধাতুর পারদ-সংকর বা অ্যামালগাম (amalgam), যেমন সোডিয়াম অ্যামালগাম, অ্যালুমিনিয়াম অ্যামালগাম—এগুলিও সাধারণ উষ্ণতায় জলকে বিস্ফিষ্ট করিয়া হাইড্রোজেন উৎপন্ন করে।



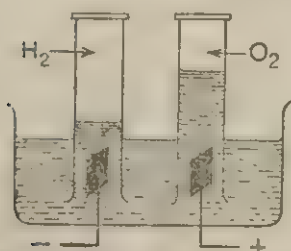
অ্যালুমিনিয়াম অ্যামালগাম

● ম্যাগনেসিয়াম চূর্ণ, অ্যালুমিনিয়াম চূর্ণ, কপার-প্রলিষ্ট জিংক (zinc-copper couple) প্রভৃতি 100°C উষ্ণতায় স্টীমকে বিশ্লিষ্ট করিয়া হাইড্রোজেন উৎপন্ন করে।
উত্তপ্ত Zn, Fe, Co, Ni, Pb, Sn প্রভৃতি ধাতুগুলিও স্টীমের সহিত অনুরূপ বিক্রিয়া করে।



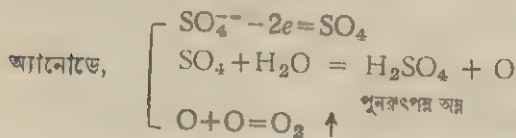
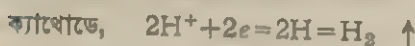
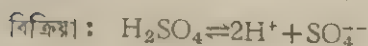
● সাধারণ উষ্ণতায় অম্লীকৃত বা ক্ষারীকৃত জলকে তড়িৎ বিশ্লেষণ করিলে ক্যাথোডে হাইড্রোজেন ও অ্যানোডে অক্সিজেন উৎপন্ন হয়।

একটি অম্লীকৃত জলপূর্ণ আধারে দুইটি গ্যাস সংগ্রাহক নলের মধ্যে দুইটি



চিত্র নং 11'1

প্লাটিনাম তড়িৎদ্বার (electrode) প্রবিষ্ট করিয়া, তড়িৎচালনা করিলে অপরা তড়িৎবাহী তড়িৎদণ্ড বা ক্যাথোডযুক্ত নলটিতে হাইড্রোজেন ও পরাতড়িৎবাহী তড়িৎদণ্ড বা অ্যানোডযুক্ত নলটিতে অক্সিজেন উৎপন্ন ও সংগ্রহীত হইয়া থাকে।
(চিত্র নং 11'1)



H_2SO_4 অথবা অম্লীকৃত জলের পরিবর্তে, $\text{Ba}(\text{OH})_2$ দ্বারা ক্ষারীকৃত জল হইতেও তড়িৎচালনায় হাইড্রোজেন বিমুক্ত হয়।

এই পদ্ধতিতে উৎপন্ন হাইড্রোজেন কিছু অবিশুদ্ধ। ইহাকে বিশুদ্ধীকরণের জন্য (i) উত্তপ্ত প্লাটিনাম জালির উপর চালনা করা হয়; ফলে মিশ্রিত অক্সিজেন জলে পরিণত হইয়া পৃথক হইয়া যায়; (ii) ইহার পর হাইড্রোজেনকে কঠিন কঠিক পটাশ ও কঠিন ফনকোরাস পেটকসাইড যুক্ত নলের মধ্য দিয়া চালনা করা হয়; ফলে হাইড্রোজেন শুদ্ধ হইয়া যায়; (iii) ইহার পর হাইড্রোজেনকে উত্তপ্ত প্যালেডিয়াম ধাতুপূর্ণ গোলকের মধ্য দিয়া চালিত করা হয়। ফলে হাইড্রোজেন অংশ প্যালেডিয়ামে শোষিত হইয়া যায়—কিন্তু কলুষ পদার্থগুলি শোষিত হয় না। এখন হাইড্রোজেনযুক্ত প্যালেডিয়াম গোলকটিকে তীব্র উত্তপ্ত করিলে উহা শোষিত হাইড্রোজেনকে বিশুদ্ধ-

রূপে নির্গত করে। ইহাকে বায়ুর অধঃঅপসারণ দ্বারা বা বিস্তৃত পারদপূর্ণ গ্যাসজারে —পারদের অধঃঅপসারণ দ্বারা সংগ্রহ করা হয়।

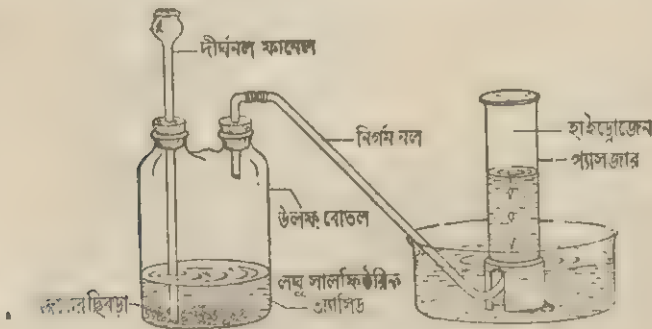
□ অম্ল হইতে হাইড্রোজেন প্রস্তুতি :

নীতিগত দিক দিয়া, তাড়িত রাসায়নিক শ্রেণীতে হাইড্রোজেনের উর্ধ্বে অবস্থিত যে-কোন ধাতুই অম্ল হইতে হাইড্রোজেনকে প্রতিস্থাপিত করিয়া, মৌলরূপে হাইড্রোজেন গ্যাস উৎপন্ন করে। কিন্তু কোন কোন ধাতুর ক্ষেত্রে বিক্রিয়াটি অতি শ্লথগতি। বস্তুত, অম্ল হইতে ধাতুদ্বারা হাইড্রোজেন উৎপন্ন করিতে হইলে ধাতুটির তড়িতদ্বার বিভব (electrode potential) +0.41 ভোল্ট বা উহার অধিক হওয়া প্রয়োজন।

সাধারণ উষ্ণতায় Zn, Fe ও Mg লঘু অম্লের অম্ল হইতে এবং Al ও Sn গাঢ় অম্লের অম্ল হইতে, হাইড্রোজেন উৎপন্ন করে। অম্লটি HNO_3 হইলে, উহা জারক পদার্থ বলিয়া এবং উৎপন্ন হাইড্রোজেন বিজারক পদার্থ বলিয়া, ধাতু ও HNO_3 এর বিক্রিয়ার ফলে হাইড্রোজেন পাওয়া যায় না (একমাত্র ব্যতিক্রম Mg)। Cu, Ag, Hg তাড়িত রাসায়নিক শ্রেণীতে হাইড্রোজেনের নিম্নে বলিয়া ইহারা কোন অম্লের সহিতই হাইড্রোজেন উৎপন্ন করে না।

□ পরীক্ষাগারে হাইড্রোজেন প্রস্তুতি :

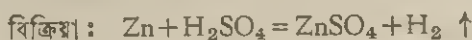
(i) পরীক্ষাগারে, চিত্রানুযায়ী (চিত্র নং 11'2) একটি উলফ্ বোতলে (Woulf's bottle) কিছু সাধারণ জিংকের ছিবড়া (granulated zinc) ও



চিত্র নং 11'2

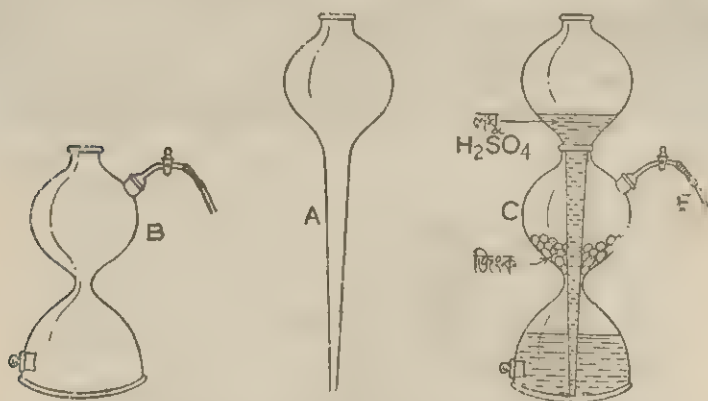
জল লওয়া হয়। বোতলটির একমুখে একটি দীর্ঘনল ফানেল ও অন্য মুখে একটি নির্গম-নল যুক্ত থাকে। এই নির্গম-নলটি একটি জলপূর্ণ পাত্রে, উণ্ড করা জলপূর্ণ একটি গ্যাসজারের নিম্নে প্রবিষ্ট করানো থাকে। ফানেলটি হইতে লঘু H_2SO_4 দ্রবণ উলফ্ বোতলে ঢালিলে উহা Zn-এর সহিত বিক্রিয়া করিয়া হাইড্রোজেন

বিমুক্ত করে। এই বিমুক্ত হাইড্রোজেন নির্গম-নল পথে জলপূর্ণ গ্যাসজারে জলের নিম্নাপসারণ দ্বারা সংগৃহীত হইয়া থাকে।



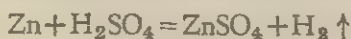
এই হাইড্রোজেন অবিশুদ্ধ। ইহাকে বিশুদ্ধিকরণের জন্ম প্রথমে উত্তপ্ত CuO -যুক্ত একটি নলের মধ্য দিয়া চালনা করা হয়; ফলে সংশ্লিষ্ট অক্সিজেন জলে পরিণত হয়। পরে ইহাকে অনাঙ্গ KOH -যুক্ত একটি নলের মধ্য দিয়া চালিত করা হয়; ফলে, অল্পধর্মী কলুষ পদার্থগুলি যেমন CO_2 , SO_2 ইত্যাদি শোষিত হইয়া যায়। পরে ইহাকে গাঢ় KMnO_4 দ্রবণ এবং তৎপরে AgNO_3 দ্রবণের মধ্য দিয়া চালনা করা হয়; ফলে, H_2S সম্পূর্ণ দূরীভূত হয়। সর্বশেষে হাইড্রোজেন গ্যাসকে জলীয় বাষ্প মুক্ত করার জন্ম অনাঙ্গ CaCl_2 বা অনাঙ্গ P_2O_5 -যুক্ত নলের মধ্য দিয়া চালনা করার পর ইহা বিশুদ্ধ পারদপূর্ণ গ্যাসজারে পারদের নিম্নাপসারণ দ্বারা সংগ্রহ করা হয়।

(ii) পরীক্ষাগারে প্রয়োজনমত হাইড্রোজেন গ্যাস ব্যবহারের একটি স্থায়ী উৎসরূপে কিপস্ যন্ত্র (Kipp's apparatus) ব্যবহার করা হয়। সাধারণ



চিত্র নং 11.9

অবস্থায় যন্ত্রটি দুইটি অংশে A ও B'তে বিভক্ত (চিত্র নং 11.3); যুক্ত করিলে উহার পূর্ণাঙ্গ রূপ C। প্রথমে যন্ত্রটির A ও B অংশ বিযুক্ত করা হয় এবং B অংশটিকে কাত করিয়া উপরিস্থ গোলকে কিছু জিংকের ছিঁড়ি প্রবিষ্ট করানো হয়; পরে A বা ফানেল অংশটি যুক্ত করিয়া উহা যন্ত্রসজ্জা C রূপে আনা হয়। এখন উপরের ফানেল হইতে লঘু H_2SO_4 দ্রবণ যোগ করিলে উহা যন্ত্রটির সর্বনিম্নস্থ অর্ধ গোলক পূর্ণ করিয়া ধীরে ধীরে মধ্যমাংশের গোলকে Zn -এর সংস্পর্শে আসে ও হাইড্রোজেন বিমুক্ত হয়;



উৎপন্ন H_2 , E নির্গম-নল পথে বাহির হইতে থাকে। যখন H_2 -এর প্রয়োজন থাকে না, তখন E নির্গম-নলের চাবী বন্ধ করিলে, উৎপন্ন H_2 , C গোলকে জমিয়া চাপ সৃষ্টি করে; ফলে, অ্যাসিডতল গ্যাসচাপে Zn হইতে বিচ্ছিন্ন হইয়া যায় ও বিক্রিয়াটি বন্ধ হইয়া যায় (চিত্র নং 11'3)। আবার রুদ্ধ H_2 -কে নির্গম-নল দ্বারা বাহির হইতে দিলে, গ্যাসচাপ মুক্ত হয় ও অ্যাসিডতল আবার উঠিয়া Zn-এর সংস্পর্শে H_2 উৎপন্ন করিতে থাকে।

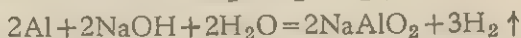
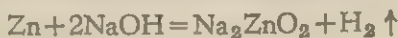
পরীক্ষাগারে Zn ও H_2SO_4 এর বিক্রিয়ায় হাইড্রোজেন প্রস্তুতকালে—

(i) জিংকের ছিবড়া অর্থাৎ কিছু অশুদ্ধি মিশ্রিত জিংকই ব্যবহার্য, কারণ অতি বিশুদ্ধ Zn সহজে লঘু সালফিউরিক অ্যাসিডের সহিত বিক্রিয়া করে না।

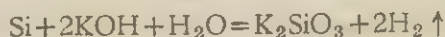
(ii) লঘু সালফিউরিক অ্যাসিডই ব্যবহার্য, কারণ গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড জারক পদার্থ এবং Zn এর সহিত বিক্রিয়ায় H_2 এর পরিবর্তে, SO_2 উৎপন্ন হয় ($Zn + 2H_2SO_4 \rightarrow ZnSO_4 + SO_2 + 2H_2O$)।

□ ক্ষার হইতে হাইড্রোজেন প্রস্তুতি :

যে সকল ধাতুর অক্সাইড উভধর্মী, ঐ ধাতুগুলি যথা, Al, Zn, Sn, Pb, উষ্ণ ক্ষার দ্রবণের সহিত বিক্রিয়ায় হাইড্রোজেন উৎপন্ন করে।



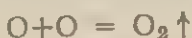
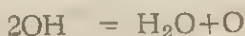
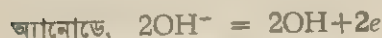
সিলিকন, অধাতু হইলেও, ইহাও উষ্ণ ক্ষার দ্রবণের সহিত বিক্রিয়ায় হাইড্রোজেন উৎপন্ন করে।



□ হাইড্রোজেনের শিল্প প্রস্তুতি (Industrial preparation of Hydrogen) :

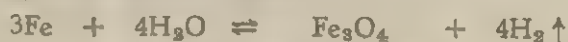
সাধারণত তিনটি পদ্ধতিতে হাইড্রোজেনের শিল্পোৎপাদন হইয়া থাকে।

(i) ক্ষারীয় জলের তড়িৎ বিশ্লেষণ—বেরিয়াম হাইড্রক্সাইড-যুক্ত দ্রবণকে, নিকেল তড়িৎদ্বারযুক্ত কোষে তড়িৎ-বিশ্লেষণ করিয়া, ক্যাথোড দ্বারে হাইড্রোজেন পাওয়া যায়।



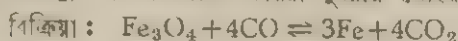
তড়িৎ স্রোত হইলে, এই পদ্ধতিতে উৎপন্ন হাইড্রোজেন স্রোত ও বিশুদ্ধতম।

(ii) **লেন পদ্ধতি (Lane Process)**—এই পদ্ধতিতে রিটর্টে গৃহীত লৌহ চূর্ণকে উত্তপ্ত (600—850 C) করিয়া উহার উপর স্টিম চালনা করা হয়। স্টিম বিক্লিষ্ট হইয়া হাইড্রোজেন উৎপন্ন করে। বিক্রিয়া—

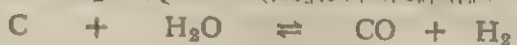


ফেরোসোফেরিক অক্সাইড

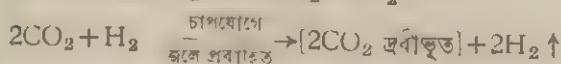
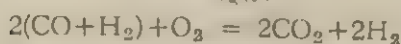
বিক্রিয়া শেষে উৎপন্ন লৌহের অক্সাইডকে ‘ওয়াটার গ্যাস’ (water gas : $\text{CO} + \text{H}_2$) যোগে বিজারিত করিয়া পুনরায় লৌহরূপে ব্যবহারোপযোগী করা হয়।



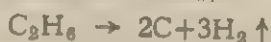
(iii) **বস পদ্ধতি (Bosch process)**—এই পদ্ধতিতে শ্বেততপ্ত কাবনের উপর প্রথম স্টিম চালনা করিয়া ‘ওয়াটার গ্যাস’ উৎপন্ন করা হয়। পরে এই মিশ্রটিকে নিকেলযুক্ত ফেরিক অক্সাইড অণুঘটকের উপর চালিত করিলে মিশ্রটির কাবন মনোঅক্সাইড অংশ কাবন ডায়ক্সাইডে পরিণত হয়; সর্বশেষে মিশ্রটিকে চাপযোগে জলে চালনা করিলে CO_2 দ্রবীভূত হয় ও হাইড্রোজেন পাওয়া যায়। বিক্রিয়া—



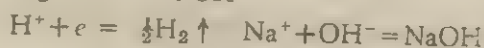
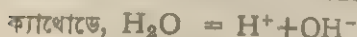
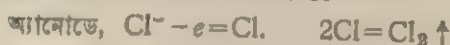
অণুঘটক



(iv) পেট্রোলিয়াম শোধনাগার হইতে প্রাপ্ত হাইড্রোকাবনকে অণুঘটক যোগে বিক্লিষ্ট করিয়া হাইড্রোজেন পাওয়া যায়। বিক্রিয়া—



(v) লবণ-জলকে তড়িৎ-বিশ্লেষণ করিয়া, NaOH উৎপাদন কালে H_2 সহোৎপন্ন হয়।



□ **হাইড্রোজেনের ধর্ম (Properties of Hydrogen) :**

হাইড্রোজেন সরলতম পারমাণবিক গঠনের মৌল। ইহার নিউক্লিয়াসে একটি প্রোটন ও বহিঃকক্ষে একটি ইলেকট্রন থাকে। পর্যায় সারণীতে (Periodic table) অধাতু হাইড্রোজেনের স্থান সাধারণত সপ্তম ‘গ্রুপের’ প্রথম মৌল হিসাবে (দ্বিতীয় খণ্ড দ্রষ্টব্য) গণ্য করা হয়। কিন্তু হাইড্রোজেনের প্রথম গ্রুপের মৌলগুলির সহিতও

সাদৃশ্য আছে। সেই কারণে, অন্তমতে, হাইড্রোজেনকে প্রথম গ্রুপের মৌল হিসাবেও গণ্য করা যায়। বস্তুত, হাইড্রোজেন মৌল সাদৃশ্যে অন্য এবং কোন নির্দিষ্ট ‘গ্রুপে’ই ইহাকে নির্দেশ করা বিতর্কিত।

হাইড্রোজেনের যোজ্যতা 1। ইহা তড়িৎ-যোজ্যতা (electro-valency), সম-যোজ্যতা (co-valency) ও কো-অর্ডিনেট যোজ্যতা—তিন প্রকার যোজ্যতার দ্বারা যোগ গঠনে অংশ গ্রহণ করে (দ্বিতীয় খণ্ডে দ্রষ্টব্য)।

হাইড্রোজেন পরমাণু সরলতম এবং লঘুতম পরমাণু বলিয়া পারমাণবিক ওজন, যোজ্যতা, তুল্যাংকভার প্রভৃতির এককরূপে ব্যবহৃত হয়।

হাইড্রোজেনের আইসোটোপ :

সাধারণ হাইড্রোজেন ছাড়াও হাইড্রোজেনের দুইটি একস্থানিক রূপ বা আইসোটোপ (isotope) পাওয়া যায় :—

(i) ডয়টেরিয়াম বা ভারী হাইড্রোজেন (Deuterium or Heavy hydrogen) : ডয়টেরিয়াম রাসায়নিক ধর্ম সাধারণত হাইড্রোজেনের সহিত অভিন্ন কিন্তু নানা ভৌত ধর্ম পৃথক। ইহার পারমাণবিক ওজন 2, অর্থাৎ সাধারণ



হাইড্রোজেন

ডয়টেরিয়াম

ট্রাইটিয়াম

চিত্র নং 11'4

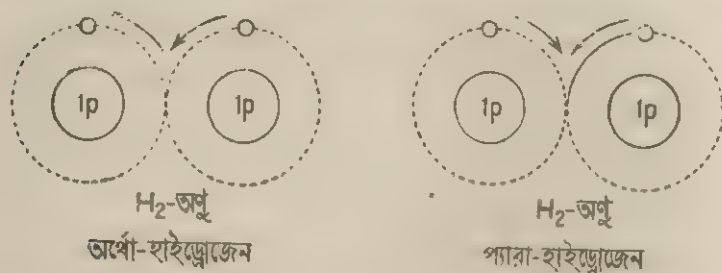
হাইড্রোজেনের অপেক্ষা দ্বিগুণ ভারী। ইহার পারমাণবিক গঠনে, কেন্দ্রে একটি প্রোটন ও একটি নিউট্রন এবং বহিঃকক্ষে একটি ইলেকট্রন থাকে।

(ii) ট্রাইটিয়াম (Tritium) : ট্রাইটিয়াম রাসায়নিক ধর্ম সাধারণ হাইড্রোজেনের সহিত অভিন্ন কিন্তু নানা ভৌত ধর্ম পৃথক। ইহা তেজস্ক্রিয়। ইহার পারমাণবিক ওজন 3। ইহার পারমাণবিক গঠনে—কেন্দ্রে একটি প্রোটন ও দুইটি নিউট্রন এবং বহিঃকক্ষে একটি ইলেকট্রন থাকে। (চিত্র নং 11'4)

হাইড্রোজেনের রূপভেদ :

হাইড্রোজেন অণু দ্বি-পরমাণুক। হাইড্রোজেন অণুর দুইটি রূপভেদ (allotrope) আছে—ইহাদের অর্থো-হাইড্রোজেন (Ortho-hydrogen) ও প্যারা-

হাইড্রোজেন (Para-hydrogen) বলা হয়। হাইড্রোজেন অণুর দুইটি পরমাণুরই ঘূর্ণী একমুখী হইলে উহা অর্থো-হাইড্রোজেন অণু সৃষ্টি করে, এবং দুইটি পরমাণুর ঘূর্ণী



চিত্র নং 11.5

বিপরীতমুখী হইলে প্যারা-হাইড্রোজেন অণু সৃষ্ট হয় (চিত্র নং 11.5)। এই দুইটি রূপভেদের ভৌত ধর্ম পৃথক। সাধারণ হাইড্রোজেন, অর্থো ও প্যারা—দুই প্রকার রূপভেদের মিশ্রণ।

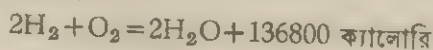
ভৌত ধর্ম—হাইড্রোজেন বর্ণহীন, গন্ধহীন ও স্বাদহীন গ্যাস। ইহা জলে অতি অল্প দ্রবণীয়। ইহা লঘুতম বলিষ্ঠা, ইহার বাষ্পনহার সর্বাধিক। নিম্নে দ্রুত কোন হাইড্রোজেন পূর্ণ পাত্রের উপর, কোন খালি পাত্র ধরিলে হাইড্রোজেন উপরের পাত্রে চলিয়া আসে এবং বায়ুকে অপসারিত করিয়া উর্ধ্বে দ্রুত পাত্রটিতে জমে।

হাইড্রোজেন একটি প্রায়-আদর্শ গ্যাস। অতি নিম্ন চরম উষ্ণতার (critical temp.), -240°C এবং উচ্চ চরম চাপে (critical pressure) 12.8 বায়ুচাপে, হাইড্রোজেন তরলীভূত হয়।

S. T. P' তে 1 সি. সি. হাইড্রোজেনের ওজন প্রায় 0.000089 গ্রাম।

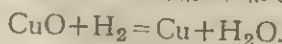
রাসায়নিক ধর্ম—● হাইড্রোজেন একটি সক্রিয় মৌল।

● ইহা সহজদাহ্য, কিন্তু দহন সহায়ক নয়। অক্সিজেন বা বায়ুর সংস্পর্শে প্রজ্জ্বলনে হাইড্রোজেন নীলাভ শিখায় জ্বলিতে থাকে; বিক্রিয়াটির ফলে জল উৎপন্ন হয়; ইহা একটি তীব্র তাপদায়ী বিক্রিয়া।*



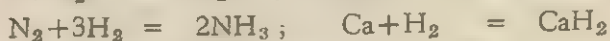
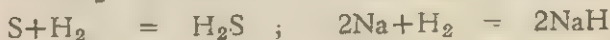
প্রজ্জ্বলন ছাড়াও, হাইড্রোজেন-অক্সিজেন মিশ্র তড়িৎশুল্লিংগ যোগে বিক্ষোবিত হইয়া, একই বিক্রিয়ায় জল উৎপন্ন করে।

● হাইড্রোজেন বিজারক পদার্থ এবং অক্সিজেন ঘটিত যোগকে বিজারিত করিয়া জল উৎপন্ন করে।



* এই বিক্রিয়াটিকে ভিত্তি করিয়া অক্সিজেন-হাইড্রোজেন শিখা (oxy-hydrogen torch) খাড়া গালাইবার জন্ত ব্যবহৃত হয়।

● হাইড্রোজেন অধাতু ও ধাতুর সহিত হাইড্রাইড শ্রেণীর যোগ উৎপন্ন করে।



অক্সাইড যোগগুলির ন্যায় হাইড্রোজেন যোগগুলিকেও মূলত কয়েকটি শ্রেণীতে ভাগ করা যায়—

(i) অম্লধর্মী (HCl, HBr, HCN, HI), (ii) ক্ষারধর্মী (NH₃, PH₃), (iii) প্রশম (H₂O, CH₄), (iv) আন্তর্পরিসর হাইড্রাইড [interstitial hydride (LaH_{1.57})] প্রভৃতি।

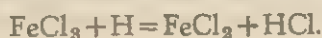
● হাইড্রোজেন কিছু কিছু ধাতুর দ্বারা যেমন, প্লাটিনাম, প্যালেডিয়াম প্রভৃতি দ্বারা শোষিত হয়, এবং শোষিত হাইড্রোজেন, শোষক ধাতুটিকে অধিকতর তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করিলে পুনরায় বিমুক্ত হয়। এই ঘটনাটিকে ‘হাইড্রোজেনের অন্তর্ধৃতি’ (occlusion of hydrogen) বলা হয়। প্যালেডিয়ামের এই ক্ষমতা সর্বাধিক। 1 আয়তন প্যালেডিয়াম (কোলয়েডরূপে) প্রায় 2950 আয়তন হাইড্রোজেনকে অন্তর্ধৃত করে।

□ জন্মমান বা সত্ত্বজ হাইড্রোজেন (Nascent hydrogen) :

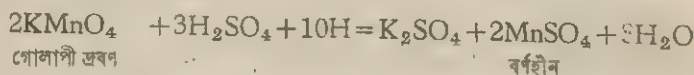
কোনো হাইড্রোজেন যোগ বিস্ফিষ্ট হইয়া যখন হাইড্রোজেন উৎপন্ন হয়, তখন সেই তাৎক্ষণিক নবজাত হাইড্রোজেনকে, ‘জন্মমান’ বা ‘সত্ত্বজ’ হাইড্রোজেন বলা হয়। সত্ত্বজ হাইড্রোজেন, সাধারণ হাইড্রোজেন অপেক্ষা বহুগুণে সক্রিয়। হাইড্রোজেনের একটি মূলধর্ম বিজারণ; সাধারণ হাইড্রোজেন বিজারকরূপে বহু পদার্থের সহিত বিক্রিয়া করে। যে সব ক্ষেত্রে সাধারণ হাইড্রোজেন বিজারণে অক্ষম, সেসব ক্ষেত্রে সত্ত্বজ হাইড্রোজেন বিজারণ করে। ইহা হইতেই সিদ্ধান্ত করা যায়—সত্ত্বজ হাইড্রোজেনের সক্রিয়তা সাধারণ হাইড্রোজেন অপেক্ষা অধিক।

পরীক্ষা: 1. দুইটি পরীক্ষানলে কিছু পরিমাণ H₂SO₄ যোগে অগ্নীকৃত লঘু ফেরিক ক্লোরাইড দ্রবণ লওয়া হইল। প্রথম নলটিতে, কিপ্‌স্‌ যন্ত্র হইতে H₂ গ্যাস চালনা করিলে দেখা যায়, দ্রবণটির কোনো পরিবর্তন হয় না, অর্থাৎ গৃহীত ফেরিক ক্লোরাইড বিজারিত হয় না।

দ্বিতীয় পরীক্ষানলটিতে, দ্রবণের সহিত কিছু Zn-এর ছিবড়া যোগ করিলে, দ্রবণটি বর্ণহীন হয়। এক্ষেত্রে, যুক্ত Zn, H₂SO₄ এর সহিত বিক্রিয়ায় হাইড্রোজেন উৎপন্ন করে, এবং এই হাইড্রোজেন উৎপন্ন হইবার সঙ্গে সঙ্গেই ফেরিক ক্লোরাইডের সহিত বিক্রিয়ায়, উহাকে বিজারিত করিয়া বর্ণহীন করিয়া দেয়—



২. দুইটি পরীক্ষানলে H_2SO_4 যোগে অম্লীকৃত $KMnO_4$ দ্রবণ লইয়া পূর্বের পরীক্ষার অনুরূপে, একটিতে কিপ্.স যন্ত্র হইতে হাইড্রোজেন গ্যাস চালিত করিয়া ও অপরটিতে Zn-এর ছিবড়া যোগ করিয়া দেখা যায়—প্রথম ক্ষেত্রে $KMnO_4$ এর গোলাপী বর্ণের কোন পরিবর্তন ঘটেনা, কিন্তু দ্বিতীয় ক্ষেত্রে দ্রবণটি বর্ণহীন হইয়া যায়। দ্বিতীয় ক্ষেত্রে সন্ভূত হাইড্রোজেন, অধিক সক্রিয় বলিয়া $KMnO_4$ কে বিজারিত করিয়া বর্ণহীন করে—



গোলাপী জ্বৰ

वर्णहीन

শুষ্ক হাইড্রোজেন, সাধারণ হাইড্রোজেন অপেক্ষা অধিক সক্রিয়—ইহার কারণ, শুষ্ক হাইড্রোজেন পারমাণবিক হাইড্রোজেন (H) রূপে থাকে, এবং সাধারণ হাইড্রোজেন—অম্ল (H_2) রূপে থাকে; এই পার্থক্যের জন্যই উহাদের সক্রিয়তার পার্থক্য হয়।

□ পারমাণবিক হাইড্রোজেন (Atomic hydrogen) :

হাইড্রোজেনের অণুকে বিভাজিত করিয়া পরমাণুতে রূপান্তরিত করা যায়। এই বিভাজনে প্রতি হাইড্রোজেন অণু প্রায় 1,00,000 ক্যালোরি শক্তি শোষণ করে।



সাধারণ হাইড্রোজেন গ্যাসের মধ্যে টাংস্টেন তড়িৎদ্বার যোগে বৈদ্যুতিক আর্ক সৃষ্টি করিয়া, এইভাবে পারমাণবিক হাইড্রোজেন উৎপন্ন করা যায়। উৎপন্ন H পরমাণুগুলি আবার পুনর্যোজনে H_2 অণু সৃষ্টিকালে শোষিত শক্তি নির্গত করিয়া দেয়।

পারমাণবিক হাইড্রোজেনও শক্তিশালী বিজারক পদার্থ।

□ হাইড্রোজেনের ব্যবহার :

● হাইড্রোজেন,—মিথাইল অ্যানকোহন, কৃত্রিম জ্বালানী, অ্যামোনিয়া প্রভৃতির শিল্প উৎপাদনে কাঁচামালরূপে ব্যবহৃত হয়।

১ হাইড্রোজেন,—অসংপূক্ত স্নেহায়ে (unsaturated fatty acid) নিকেল অক্সাইডের উপস্থিতিতে চালিত করিলে, তরল স্নেহায় কঠিন কৃত্রিম ঘৃতজাতীয় পদার্থে পরিণত হয় ; এই কৃত্রিম ঘূতেরই প'রচিত নাম 'বনস্পতি'।

● হাইড্রোজেন—অক্সিজেনের সহিত মিশ্রিত করিয়া ‘অক্সি-হাইড্রোজেন শিখা’ রূপে তীব্র উত্তাপ উৎপাদনে ব্যবহৃত হয়।

□ হাইড্রোজেনের নিরীক্ষা :

● হাইড্রোজেন অতি লঘু গ্যাস এবং দহনকালে নীলাভ শিখায় জলে ।

● হাইড্রোজেন উত্তপ্ত প্যানেডিয়ম বোমে শোধিত হয়।

সংকেত—O

অণু—O₂

পরমাণু ভরসংখ্যা—8

পারমাণবিক ওজন—16

বহির্কক্ষস্থ ইলেকট্রন—2s²2p⁴

পরিমাণ সারণীতে অবস্থান—গ্রুপ VIA

অক্সিজেন
(Oxygen)

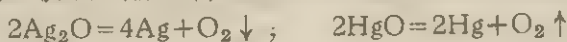
অক্সিজেন শব্দের অর্থ, ‘অম্ল-উৎপাদক’ (oxys—sour ; genus—to produce)। পার্থিব মৌলগুলির মধ্যে অক্সিজেনের অস্তিত্বই সর্বাধিক। ভূত্বকের নানা জাতীয় শিলা, জল এবং নানা খনিজের ইহা প্রধান উপাদান। বায়ুস্তরের সমগ্র আয়তনের এক-পঞ্চমাংশ অক্সিজেন। জল এবং বায়ুরূপে অক্সিজেনের বহুল অস্তিত্বই পৃথিবীতে জীবনের অস্তিত্ব সম্ভব করে। ইহা দহনেরও একটি অবশ্য প্রয়োজনীয় উপাদান।

সপ্তদশ শতাব্দীতে কোন কোন বিজ্ঞানী বায়ুতে অক্সিজেনের মৌলরূপে উপস্থিতি অনুমান করেন। কিন্তু প্রকৃত পরীক্ষা দ্বারা অক্সিজেনের আবিষ্কারের ও উহার অক্সীলনের রুতি শীলে, প্রিস্টলে ও ল্যাভোয়সিয়ে—এই তিন বিজ্ঞানীর।

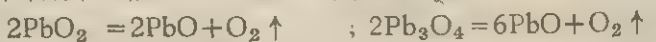
অক্সিজেন প্রস্তুতির মূল উৎস (i) বিভিন্ন শ্রেণীর অক্সাইড যোগ, (ii) অক্সিঅ্যাসিড লবণ, (iii) জল, (iv) অম্ল ও (v) বায়ু।

□ অক্সিজেনের প্রস্তুতি :

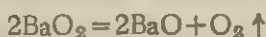
● অক্সাইড যোগ হইতে অক্সিজেন প্রস্তুতি—Ag, Hg প্রভৃতি ধাতুর অক্সাইডগুলি তেমন গাঢ় নহে ; এগুলি তীব্র উত্তপ্ত করিলে, অক্সিজেন বিস্ফিট হয়।



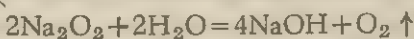
Pb, Cr, Mn প্রভৃতি ধাতুর যে অক্সাইডগুলিতে ঐ ধাতুগুলি উচ্চতর যোজ্যতাসম্পন্নরূপে থাকে, ঐ অক্সাইডগুলি উত্তপ্ত করিলে ধাতুগুলি নিম্নতর যোজ্যতাসম্পন্নরূপে অক্সাইড গঠন করে ও অক্সিজেন বিমুক্ত হয়।



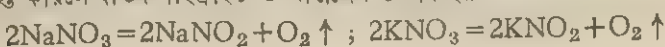
কিছু ধাতব পারক্সাইড উত্তপ্ত করিলে, অক্সিজেন উৎপন্ন হয়।



কার্যীয় ধাতুর পারক্সাইড ও জলের বিক্রিয়ায় অক্সিজেন উৎপন্ন হয়।



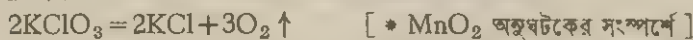
● অক্সিঅ্যাসিড লবণ হইতে অক্সিজেন প্রস্তুতি—কার্যীয় ধাতুর নাইট্রেট উত্তপ্ত করিলে ধাতব নাইট্রাইট ও অক্সিজেন উৎপন্ন হয়।



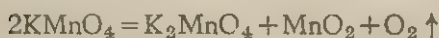
অগ্নাশু ধাতুর নাইট্রেট উত্তপ্ত করিলে ধাতব অক্সাইড, নাইট্রোজেন পারক্সাইড ও অক্সিজেন উৎপন্ন হয়।



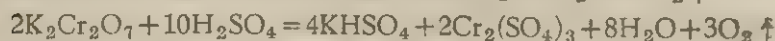
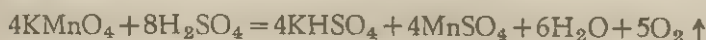
ধাতুর ক্লোরেট (ClO_3), পারক্লোরেট (ClO_4), হাইপোক্লোরাইট (ClO), ব্রোমেট (BrO_3), আয়োডেট (IO_3), পারমাংগানেট (MnO_4), ডাইক্রোমেট (Cr_2O_7)—এগুলি তীব্র উত্তপ্ত করিলে, অক্সিজেন উৎপন্ন হয়।



রিচিং পাউডার

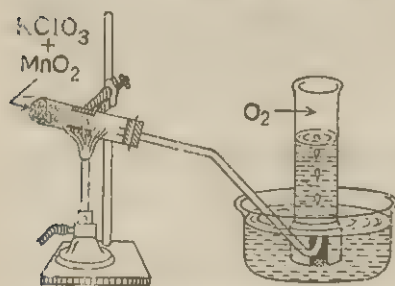


ডাইক্রোমেট ও পারমাংগানেট লবণগুলি গাঢ় H_2SO_4 সহযোগে উত্তপ্ত করিলে, অক্সিজেন উৎপন্ন হয়।



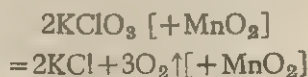
□ পরীক্ষাগারে অক্সিজেন প্রস্তুতি :

পরীক্ষাগারে অক্সিজেন প্রস্তুতির জন্য 11'6 নং চিত্রানুযায়ী যন্ত্রসজ্জায় একটি



চিত্র নং 11.6

নির্গম-নলযুক্ত শক্ত কাচ নলে পটাসিয়াম ক্লোরেটের সহিত মাংগানিজ ডায়ক্সাইডের একটি মিশ্র (4 : 1) লইয়া তীব্র উত্তপ্ত করা হয় এবং উৎপন্ন অক্সিজেনকে জলের অপসারণ দ্বারা সংগ্রহ করা হয়।



এই বিক্রিয়ায় MnO_2 -এর পরিমাণ ও ধর্ম বিক্রিয়ার পূর্বে ও পরে অপরিবর্তিতই থাকে এবং উহা কেবলমাত্র বিক্রিয়াটিকে সহজে ও দ্রুতগতিতে সম্পন্ন করে ; অর্থাৎ MnO_2 এই বিক্রিয়ায় অনুঘটকের* (catalyst) ভূমিকা গ্রহণ করে।

*** অনুঘটন ও অনুঘটক :** বহু রাসায়নিক বিক্রিয়া, সামান্য মাত্রায় বিক্রিয়ক ভিন্ন অল্প একটি পদার্থের সংস্পর্শে বা উপস্থিতিতে প্রভাবিত হয় অর্থাৎ রাসায়নিক বিক্রিয়াটি স্বাভাবিক হার অপেক্ষা দ্রুতগতিতে বা দীর্ঘগতিতে ঘটিতে থাকে, কিন্তু প্রভাবক পদার্থটির রাসায়নিক সংযুতি বা মাত্রার কোন পরিবর্তন ঘটে না ; এইরূপ ঘটনাকে, **অনুঘটন** (catalysis) ও প্রভাবক পদার্থটিকে **অনুঘটক** (catalyst) বলা হয়।

MnO_2 যোগ না করিলে, পটাসিয়াম ক্লোরেটের বিয়োজনটি দুইটি স্তরে ঘটে ও উচ্চতর উষ্ণতার প্রয়োজন হয়।



যখন কোন অনুঘটক উহার উপস্থিতি দ্বারা কোন রাসায়নিক বিক্রিয়ার স্বাভাবিক হারকে দ্রুততর করে, তখন অনুঘটকটিকে—**পরা-অনুঘটক** (positive catalyst) বলা হয়।

উদাহরণ : $KClO_3$ হইতে অক্সিজেন প্রস্তুতিতে MnO_2 একটি পরা-অনুঘটক ;

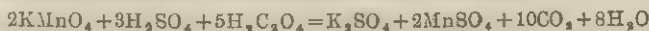
SO_2 হইতে SO_3 প্রস্তুতিতে Pt বা V_2O_5 পরা-অনুঘটক।

যখন কোন অনুঘটক উহার উপস্থিতির দ্বারা কোন রাসায়নিক বিক্রিয়ার স্বাভাবিক হারকে ধীরতর বা বিলম্বিত করে, তখন অনুঘটকটিকে **অপরা-অনুঘটক** (negative catalyst) বলা হয়।

উদাহরণ : H_2PO_4 , H_2O_2 -এর সহিত যুক্ত করিয়া রাখিলে উহা H_2O_2 -এর স্বাভাবিক বিয়োজনকে বিলম্বিত করে ; এক্ষেত্রে H_2PO_4 অপরা-অনুঘটক।

যখন কোনো রাসায়নিক বিক্রিয়ায়, কোনো বিক্রিয়ালব্ধ পদার্থ নিজেই অনুঘটকরূপে ক্রিয়া করিতে থাকে, তখন ঐ পদার্থটিকে **স্বয়ং-অনুঘটক** (auto-catalyst) বলা হয়।

$KMnO_4$ জারক পদার্থ ও অম্লালিক অ্যাসিড বিজারক পদার্থ : শুধু $KMnO_4$ ও অম্লালিক অ্যাসিডের বিক্রিয়া করিলে উহা প্রথমে প্রথগতিতে হইতে থাকে, পরে দ্রুত হয়—



কিন্তু অম্লালিক অ্যাসিডে কিছু মাংগানাস লবণ (Mn^{++} আয়ন) পূর্বাধিক যুক্ত করিয়া $KMnO_4$ যোগে বিক্রিয়া করিলে প্রথম হইতেই বিক্রিয়াটি দ্রুত হয়। সিদ্ধান্ত করা যায়, Mn^{++} আয়ন অনুঘটক রূপে বিক্রিয়াটি দ্রুত করে। প্রথম পরীক্ষায় Mn^{++} আয়ন যুক্ত না করার ক্ষণ প্রথমে বিক্রিয়াটি ধীর থাকে, পরে বিক্রিয়ায় উৎপন্ন কিছু $MnSO_4$ সঞ্চিত হইতে হইতেই, ঐ Mn^{++} আয়ন অনুঘটকের ভূমিকায় বিক্রিয়াটিকে দ্রুত করে। এক্ষেত্রে উৎপন্ন $MnSO_4$ স্বয়ং-অনুঘটক।

অনুঘটকের লক্ষণ :

(i) অনুঘটক বিক্রিয়ার গতিকে প্রভাবিত করে কিন্তু নিজে বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণ করে না। বলিয়া—উহার ভর ও রাসায়নিক ধর্ম, বিক্রিয়ার পূর্বে ও পরে একই থাকে।

(ii) সামান্য পরিমাণ অনুঘটকই বিক্রিয়াকে প্রভাবিত করার পক্ষে যথেষ্ট।

(iii) অনুঘটক কোন বিক্রিয়ার সূত্রপাত করিতে পারে না—যে বিক্রিয়া বাস্তবে প্রকৃতই ঘটে ঐ বিক্রিয়ার গতিকেই নান্য প্রভাবিত করিতে পারে।

(iv) কোন উভমুখী বিক্রিয়ার সাম্যাবস্থা, অনুঘটক যোগে পরিবর্তিত হয় না।

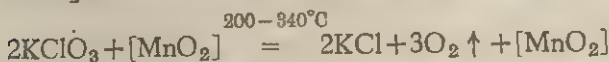
(v) অনুঘটকের প্রকৃতি, বিক্রিয়ার প্রকৃতির উপর নির্ভর করে : অর্থাৎ এক বিক্রিয়ার অনুঘটক, অন্য বিক্রিয়ায় আরবো অনুঘটক রূপে কাজ করে না। অনুঘটক কিছু কিছু পদার্থের প্রতি বিশেষ স্পর্শাতুর। যেমন ব্লিকপা, SO_2 , H_2CN , $(ON)_2$, As_2O_3 প্রভৃতির সংস্পর্শে অনুঘটকের ক্ষমতা হ্রাস, এমন কি কোন কোন ক্ষেত্রে শুদ্ধও হইয়া যায়। ঐ সব পদার্থগুলিকে 'অনুঘটক বিষ' (catalyst-poison) বলা হয়।

● **উদ্দীপক (Promoter) :** অনুঘটক বিষের বিপরীতে কিছু কিছু পদার্থ অনুঘটকের স্বাভাবিক ক্রিয়াকে বহিত করে। এগুলিকে **উদ্দীপক** বলা হয়।

যে সকল পদার্থের নিজের অনুঘটক ধর্ম নাই, কিন্তু অন্য অনুঘটকের সহযোগে প্রযুক্ত হইয়া অনুঘটকটির স্বাভাবিক ক্রিয়াকে বিবর্তিত করে, উহাকে উদ্দীপক বলা হয়।

হেবার পদ্ধতিতে, অ্যামোনিয়া সংশ্লেষণে—আয়রণ চূর্ণ, অনুঘটক এবং মলিবেডেনাম চূর্ণ উদ্দীপক রূপে ব্যবহৃত হয়।

MnO₂ যোগ করিলে পটাশিয়াম ক্লোরেট নিম্ন উষ্ণতায় সহজে বিয়োজিত হয়।



পরীক্ষাগারে পটাশিয়াম ক্লোরেট ও ম্যাংগানিজ ডায়কসাইড যোগে অক্সিজেন প্রস্তুতির জন্য যে পদ্ধতি অনুসৃত হয়, ঐ পরীক্ষায় MnO₂ যে সত্যিই অনুঘটকরূপে 'কিনা' করে, তাহা একটি পরীক্ষা দ্বারা প্রমাণ করা যায়।

একটি পরীক্ষানলে, KClO₃ ও MnO₂ এর মিশ্র (4 : 1) অনুপাতে ওজন করিয়া, বখারীতি উদ্ভূত করিয়া অক্সিজেন প্রস্তুত করা হইল। বিক্রিয়ার শেষে, (O₂ উৎপাদন শেষ হইবার পর,) শক্ত কাচনলটির মধ্য পদার্থকে বাহির করিয়া একটি বীকারে রাখিয়া জল যোগ করা হইল এবং উৎপন্ন দ্রবণকে একটি ওজন করা ফিণ্টার কাগজ যোগে পরিমার্জন করা হইল। ফিণ্টার কাগজের উপর অত্যা MnO₂ সংগৃহীত হইবে। ইহাকে কয়েকবার ধৌত করিয়া, পরে ফিণ্টার কাগজটিকে শুষ্ক করিয়া, ওজন করা হইল। দেখা যাইবে, প্রাপ্ত MnO₂ এর ওজন, আদিতে গৃহীত MnO₂ এর সহিত ওজনে অভিন্ন। এই MnO₂ পুনরায় আরেকটি KClO₃ হইতে O₂ প্রস্তুতিতে অনুঘটকরূপে ব্যবহার করা যায়। উহা হইতে প্রমাণিত হয়—বিক্রিয়ার পূর্বে ও পরে MnO₂, ওজনে ও ধমে অপরিবর্তিত থাকিয়া যায় এবং বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণ ন করিয়া কেবলমাত্র O₂ উৎপাদনের বিক্রিয়াকে প্রভাবিত করে এবং একই MnO₂ বারংবার অনুঘটক রূপে ব্যবহার করা যায়।

O₂ প্রস্তুতিতে, সহোৎপন্ন পদার্থ যে KCl—তাহাও প্রমাণ করা যায়। পূর্বে বর্ণিত পরীক্ষায়, MnO₂ গৃহীত করিবার পর, যে পরিষ্কৃত দ্রবণ পাওয়া যায় উহাতে AgNO₃ দ্রবণ যোগ করিলে, সাদা AgCl এর অধঃক্ষেপ পাওয়া যায়। ইহা প্রমাণ করে, বিক্রিয়ায় একটি ক্লোরাইড (KCl) সহোৎপন্ন হইয়াছে।

● **জল হইতে অক্সিজেন প্রস্তুতি** :—(i) বেরিয়াম হাইড্রক্সাইডের জলীয় দ্রবণকে, তড়িৎ-কোষে নিকেল তড়িৎদ্বার যোগে তড়িৎ-বিপ্লেষণ করিলে, ক্যাথোডে হাইড্রোজেন এবং অ্যানোডে অক্সিজেন উৎপন্ন হয়।

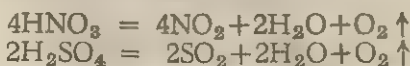


সহজে এবং স্থলভে এই উপায়ে বিশুদ্ধ অক্সিজেন পাওয়া যায়।

(ii) লোহিততপ্ত সিলিকানিমিত নলের মধ্য দিয়া স্টীম ও ক্লোরিনের মিশ্র চালিত করিলে হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড গ্যাস ও অক্সিজেন উৎপন্ন হয়; উৎপন্ন গ্যাসমিশ্রটিকে জলের মধ্য দিয়া চালিত করিলে, হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড দ্রবীভূত হইয়া যায় ও অক্সিজেন পাওয়া যায়।



● **অম্ল হইতে অক্সিজেন প্রস্তুতি**—HNO₃ ও H₂SO₄—এই দুইটি অক্সি-অ্যাসিড হইতে অক্সিজেন পাওয়া যায়। পূর্বোক্ত অ্যাসিডগুলি কৌটার কৌটার তীব্র উদ্ভূত বামাপাথরের উপর ফেলিলে, উহারা বিয়োজিত হইয়া অক্সিজেন উৎপন্ন করে; উৎপন্ন গ্যাসমিশ্রকে জলের মধ্য দিয়া চালিত করিলে সহোৎপন্ন NO₂ বা SO₂ দ্রবীভূত হইয়া যায় ও অক্সিজেন পাওয়া যায়।*



* H₂SO₄ ও HNO₃ যে অক্সিজেনযুক্ত যৌগ অর্থাৎ উহাদের অণুতে যে অক্সিজেন বর্তমান থাকে, উপরোক্ত পরীক্ষাটি তাহাই প্রমাণ করে।

● বায়ু হইতে অক্সিজেন প্রস্তুতি—অক্সিজেনের শিল্প প্রস্তুতি (Industrial Preparation of Oxygen) :

সাধারণ বায়ুর উপাদান 4 ভাগ নাইট্রোজেন ও 1 ভাগ অক্সিজেন ; ইহার সহিত কিছু পরিমাণ কার্বন ডায়ক্সাইড, জলীয় বাষ্প ও কিছু নিষ্ক্লিয় গ্যাসবর্গ (মূলত আর্গন) থাকে। সাধারণ বায়ু হইতে জলীয় বাষ্প ও CO_2 অপসারণ করিয়া, ঐ বায়ুকে 'বায়ু তরলীকরণ' যন্ত্রে তরলীকরণ প্রক্রিয়ায়, একটি অতি শীতল তরল পদার্থে পরিণত করা হয়। এই 'তরল বায়ু' (liquid air) বস্তুত তরল নাইট্রোজেন (ফ্রুটনাংক -95.7°C) ও তরল অক্সিজেনের (ফ্রুটনাংক : -182.9°C) সাধারণ মিশ্র। তরল বায়ুকে, ক্রুদ প্রণালীতে (Claude's process) আংশিক বাষ্পীভবন (fractional evaporation) করিলে, অধিক উদ্বায়ী তরল নাইট্রোজেন প্রথমে বাষ্পে পরিণত হয় ও অবশিষ্ট রূপে তরল অক্সিজেন পাওয়া যায় ; এই তরল অক্সিজেনের বাষ্পীভবন করিলে পরে গ্যাসীয় অক্সিজেন পাওয়া যায়।

□ অক্সিজেনের ধর্ম (Properties of Oxygen) :

অক্সিজেন মোলের পরমাণু-ক্রমাংক 8। ইহার পরমাণুর নিউক্লিয়াসে 8-টি প্রোটন ও 8-টি ইলেকট্রন থাকে এবং বহিঃকক্ষের প্রথমটিতে 2-টি ও দ্বিতীয়টিতে 6-টি অর্থাৎ মোট 8-টি ইলেকট্রন ($1s^2 2s^2 p^4$) থাকে। ইহা পর্যায় সারণীতে 'দশম গ্রুপের' (Group VI) প্রথম মৌল। ইহা তীব্র তড়িৎঋণাত্মক মৌল।

অক্সিজেনের যোজ্যতা 2। ইহা তড়িৎ-যোজ্যতা, সম-যোজ্যতা ও কো-অর্ডিনেট-যোজ্যতা—তিন প্রকার যোজ্যতা দ্বারাই যোগ গঠনে সক্ষম।

অক্সিজেনের পারমাণবিক, আধুনিক রসায়নে—তুল্যাংক, যোজ্যতা ও পারমাণবিক ওজন এককরূপে গ্রহণ করা হইয়াছে।

সাধারণ অক্সিজেন, তিনটি একস্থানিক অক্সিজেনের মিশ্র—ইহাদের পারমাণবিক ওজনগুলি যথাক্রমে 16, 17 এবং 18।

অক্সিজেন অণু দ্বি-পরমাণুক অর্থাৎ O_2 । তিনটি অক্সিজেনের পরমাণু একত্ররূপে, অক্সিজেনের একটি রূপভেদ (allotrope) উৎপন্ন করে ; ইহার নাম ওজোন (O_3)। ইহা ভৌত ও রাসায়নিক ধর্মে অক্সিজেন হইতে পৃথক।

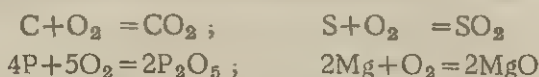
ভৌত ধর্ম—অক্সিজেন স্বাদহীন, বর্ণহীন ও গন্ধহীন গ্যাস। ইহা জলে দ্রব দ্রবনীয় (সাধারণ উষ্ণতায় আয়তন অনুপাতে 1 : 3)। ইহা বায়ু অপেক্ষা সামান্য ভারী। ইহা -183°C . উষ্ণতায় তরল হয় ও -219°C . উষ্ণতায় কঠিন হয়। তরল ও কঠিন অবস্থায় ইহার বর্ণ নীল এবং তীব্র চুম্বক ধর্মসম্পন্ন।

উত্তপ্ত Ag , অক্সিজেন গ্যাস শোষণ করে ; অধিক উত্তাপে এই শোষিত অক্সিজেন বিমুক্ত হয়। অক্সিজেন, ক্ষারীয় পাইরোগ্যাললেট দ্রবণে (alkaline pyrogallate) শোষিত হয়।

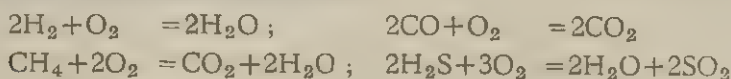
রাসায়নিক ধর্ম—● অক্সিজেন একটি অতি সক্রিয় মৌল।

● ইহা নিজে দাহ নয় কিন্তু দহনের সহায়ক। বস্তুত অক্সিজেনের সহিত সংযোগের ফলেই দাহ পদার্থগুলির দহন সম্ভব হয়।

● বহু ধাতুর ও অধাতুর, প্রজ্জ্বলন উষ্ণতায় (ignition temp.), অক্সিজেনের সহিত তীব্র বিক্রিয়াসহ দহন ঘটে ও অক্সাইড উৎপন্ন হয়।



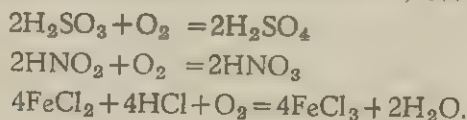
এইভাবে উৎপন্ন অক্সাইডগুলি অম্ল, ক্ষার, প্রাথম ইত্যাদি নানা শ্রেণীর হয়।* (ইহাদের বিশদ আলোচনা পূর্বে করা হইয়াছে।) বহু গ্যাসীয় পদার্থ, অক্সিজেনের সহিত দহনে—তীব্র শিখায় জ্বলিতে থাকে।



● অক্সিজেন একটি তীব্র জ্বারক পদার্থ। উপরের উদাহরণগুলির প্রতিটিতেই অক্সিজেন জ্বারকরূপে ক্রিয়া করে। যথাযথ অম্লঘটকের উপস্থিতিতে অক্সিজেনের জ্বারণ ক্ষমতা বৃদ্ধি পায় ; যেমন



বহু যৌগের দ্রবণকেও অক্সিজেন জারিত করিয়া থাকে ; যেমন,



□ অক্সিজেনের ব্যবহার :

● অক্সিজেন গ্যাস শ্বাসকার্যের জন্য অপরিহার্য। মৃমূর্ রোগীর শ্বাসকষ্ট লাঘবে অক্সিজেন ব্যবহৃত হয়। ডুবুরী, পর্বতারোহণকারী ও আকাশযান বা এরোপ্লেন পাইলটদের শ্বাসকার্যে অক্সিজেন সরবরাহ প্রয়োজন।

● বিভিন্ন ধাতু ও ইস্পাত প্রস্তুতিতে অক্সিজেন ব্যবহার করা হয়।

● নাইট্রিক অ্যাসিড, সালফিউরিক অ্যাসিড, পারক্সাইড প্রভৃতি প্রস্তুতিতে অক্সিজেন ব্যবহৃত হয়।

● জেট প্লেন ও কৃত্রিম উপগ্রহের বিশেষ জালানীর সহিত তরল অক্সিজেন মিশ্রিত করিয়া ব্যবহার করা হয়।

* এই নানা শ্রেণীর অক্সাইড উৎপাদনের ধর্মের জন্য, অক্সিজেনের নাম 'অম্ল-উৎপাদক' এই অর্থে সর্বদা প্রযুক্ত নয়।

● অক্সিজেন-হাইড্রোজেন মিশ্র এবং অক্সিজেন-অ্যাসিটিলিন মিশ্র প্রজ্জ্বলন করিলে তীব্র তাপ উৎপন্ন করে। এগুলি 'অক্সি-হাইড্রোজেন শিখা' (oxy-hydrozen flame) ও 'অক্সি-অ্যাসিটিলিন শিখা' নামে খাতু খালাই বা গালাই-এর কার্যে ব্যবহৃত হয়।

□ অক্সিজেনের নিরীক্ষা :

● অক্সিজেন দহনের সহায়ক ; একটি নিভন্ত কাঠিকে অক্সিজেন পুনঃপ্রজ্জ্বলিত করে।

● অক্সিজেন ক্ষারীয় পাইরোগ্যালেট দ্বারা শোষিত হয়।

● বর্ণহীন নাইট্রিক অক্সাইড (NO) গ্যাস অক্সিজেনের সংস্পর্শে বাদামী বর্ণ ধারণ করে ও NO_2 উৎপন্ন হয়।

জল

(Water)

পৃথিবীর যাবতীয় যোগ পদার্থের মধ্যে, জল সর্বাধিক পরিচিত রাসায়নিক যোগ ও অস্তিত্বেও বিপুলতম। পৃথিবীর তিনভাগ জল ও একভাগ স্থল। প্রাণীদেহ ও উদ্ভিদদেহের মূল উপাদান জল। জল জীবনধারণের অনিবার্য উপাদান। বহু যোগ এবং খনিজেও যুক্তজল বর্তমান থাকে। 0°C . উষ্ণতার উর্ধ্বে, জল তরল পদার্থ। নানা তরল পদার্থের মধ্যে ইহার দ্রাবক ধর্ম বিশেষ উল্লেখযোগ্য। বহু জৈব, অজৈব এবং কঠিন, তরল ও বায়বীয় পদার্থকে জল দ্রবীভূত করিয়া থাকে।

সেচের কার্যে, পানীয় রূপে এবং নানা রাসায়নিক ক্রিয়া-বিক্রিয়ায় জলের ভূমিকা বিশেষ গুরুত্বপূর্ণ।

জলের নানা ভৌত ধর্মকে ভিত্তি করিয়া, পদার্থ বিজ্ঞানে জলকে নানা সংজ্ঞায় একক রূপে গ্রহণ করা হয়।

জল মোল পদার্থ বলিয়া পূর্বে প্রাপ্ত ধারণা ছিল। জল যে হাইড্রোজেন ও অক্সিজেনের যোগ তাহা পরীক্ষাযোগে প্রমাণ করেন ক্যাভেন্ডিশ (1781) ও ল্যাভোয়্যাসিয়ে (1783)।

□ জলের অস্তিত্ব :

জল—(i) কঠিন রূপে—তুষার, বরফ ও কেলাস জলরূপে বর্তমান থাকে।

(ii) তরলরূপে—সাধারণ জল অবস্থায় বর্তমান থাকে।

(iii) বায়বীয় রূপে, 0°C হইতে 100°C উষ্ণতায় জলীয় বাষ্পরূপে ও 100°C (সেটিগ্রিডের) অধিক উষ্ণতায় ঈষ্মরূপে বর্তমান থাকে।

প্রকৃতিতে, বৃষ্টি, বাণী, পুষ্করিণী, হ্রদ, নদী, সমুদ্র—এগুলি জলের উৎস। ভূ-নিম্নেও জল থাকে ; এই জলই নলকূপে পাওয়া যায়। জলের দ্রাবক ধর্মের জন্য বিভিন্ন প্রাকৃতিক জলে সর্বদাই নানা পদার্থ অল্প বিস্তর মাত্রায় দ্রবীভূত অবস্থায় থাকে।

দ্রবীভূত পদার্থের মাত্রা অল্প হইলে তলকে স্বচ্ছ তল (fresh water) ও অধিক হইলে খনিজ তল (mineral water) বলা হয়। সমুদ্র তলে দ্রবীভূত পদার্থের মাত্রা সর্বাধিক ; ইহাদের মধ্যে দ্রবীভূত সাধারণ লবণের (NaCl) পরিমাণ প্রায় 2.6 %

□ পানীয় তল :

জীবনধারণের জন্য তল একটি অপরিহার্য পানীয়। সকল প্রাকৃতিক তলই পানযোগ্য নয়। যে তল পানযোগ্য উহাকে 'পেয় তল' (potable water) বলা হয়। শহর ভিন্ন অল্প অল্পে সাধারণত স্বচ্ছ ও অপেক্ষাকৃত বিশুদ্ধ, নদী বা পুকুরিগীর তল পানীয় রূপে ব্যবহৃত হয়। শহরাক্ষে, নিকটস্থ কোনো নদী বা হ্রদের তল বিশুদ্ধকরণের পর পানীয়রূপে ব্যবহৃত হয়। এই বিশুদ্ধকৃত তলকে 'শহরের পানীয় তল' (municipal water) বলা হয়।

পানীয় তলের কয়েকটি সত্ত পূরণ প্রয়োজন—

- ইহা ভাসমান পদার্থ, জৈব পদার্থ ও জীবাণুমুক্ত হইতে হইবে।
- ইহার একটি সুপেয় আশ্বাদ থাকিবে ; অর্থাৎ আশ্বাদ আনে অথচ শরীরের পক্ষে হানিকর নয় এমন কিছু লবণ (Na, K, Ca, Mg প্রভৃতির লবণ) ও কিছু গ্যাস (বায়ু, CO₂ প্রভৃতি) ইহাতে দ্রবীভূত থাকা বাঞ্ছনীয়।

কোনো প্রাকৃতিক উৎস হইতে (যেমন নদী, হ্রদ ইত্যাদি) তল উপযুক্ত আধারে সংগ্রহ করিয়া, উহাকে ফটকিরি যোগে থিতান হয় ও পরে বালির স্তরের মধ্য দিয়া পরিষ্কারণের জন্য চালনা করা হয়, এইভাবে ভাসমান পদার্থ ও নানা দ্রব্য বিদূরিত হইয়া তল স্বচ্ছ হয়। এই স্বচ্ছ তলকে পরে—(i) ব্রিচিং পাউডার দ্বারা, (ii) ওজোন (ozone) দ্বারা বা (iii) 'পারদ বাষ্প ল্যাম্পের' (mercury vapour lamp) আলোক দ্বারা জীবাণু মুক্ত করা হয়। এই স্বচ্ছ ও জীবাণুমুক্ত তলই, বড় শহরগুলিতে পানীয় তলরূপে সরবরাহ করা হয়।

□ নানা শিল্পের জন্য প্রয়োজনীয় তল—বয়লারের তল :

বিভিন্ন শিল্পের জন্য ও বিশেষ করিয়া বয়লারের জন্য যে তল প্রয়োজন হয়, উহারও পানীয় তলের তায় বিশেষ কয়েকটি সত্ত পূরণ প্রয়োজন—

- ইহা ভাসমান ও অদ্রাব্য পদার্থ হইতে মুক্ত হইবে।
- ইহাতে দ্রবীভূত পদার্থগুলির প্রকৃতি ও পরিমাণ নির্দিষ্ট হইবে অর্থাৎ খরতা (hardness) নির্দিষ্ট হইবে।

প্রাকৃতিক তলে দ্রবীভূত পদার্থের প্রকৃতি অনুযায়ী তলকে দুই শ্রেণীতে ভাগ করা হয়। (i) খরতল ও (ii) মৃদু তল।

● যে তলে খাত্তদ্রব্য সহজে সিদ্ধ হয় না এবং যে তলে সহজে সাবানের সহিত ফেনা উৎপন্ন হয় না (বহু পরিমাণে সাবান ব্যবহার করিবার পর ফেনা উৎপন্ন হয়), উহাকে খরতল (hard water) বলা হয়।

● যে জলে খাণ্ডদ্রব্য সহজেই সুসিক্ত হয় এবং যে জলে সহজেই সাবানের সহিত ফেনা উৎপন্ন হয়, উহাকে মৃদুজল (soft water) বলা হয়।

খরতার কারণ—প্রাকৃতিক জলে নানা ধাতুর লবণ দ্রবীভূত থাকিতে পারে। Na এবং K লবণ বাদে, অল্প যে-কোন লবণ জলে দ্রবীভূত থাকিলে, জল খরজল হইয়া যায়। সাধারণ খরজলে—Ca এবং Mg ধাতুর (i) বাইকার্বনেট লবণ, (ii) ক্লোরাইড লবণ, (iii) সালফেট লবণ দ্রবীভূত থাকে এবং এগুলির উপস্থিতিই খরতার কারণ।

খরতার পরিমাপ ডিগ্রীতে ($^{\circ}$ hardness) করা হয় : 1° খরতাব অর্থ, প্রতি 10 লক্ষ ভাগ জলে (parts per million সংক্ষেপে, p. p. m.) 1 ভাগ ক্যালসিয়াম কার্বনেট অথবা উহার তুল্যাংকে অল্প খরতাকারী লবণের পরিমাণ বর্তমান থাকে। প্রমাণ সাবান দ্রবণের (standard soap solution) সাহায্যে, অস্থায়ী-ক্ষারমিত্রি টাইট্রেশনের অল্পরূপ পরীক্ষা দ্বারা খরতা নির্ণয় করা হয়।

খরতা দুই প্রকার (i) অস্থায়ী খরতা (temporary hardness) (ii) স্থায়ী খরতা (permanent hardness)।

যে খরজলে, খরতার কারণ—দ্রাব্য ক্যালসিয়াম বাই-কার্বনেট $[\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2]$, বা ম্যাগনেসিয়াম বাই-কার্বনেট $[\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2]$, এই খরজলকে অস্থায়ী খরজল (temporary hardwater) বলা হয় এবং এই জাতীয় খরতাকে অস্থায়ী খরতা (temporary hardness) বলা হয়। এই জাতীয় খরতা, জলকে ফুটন করিলেই দূরীভূত করা যায়।

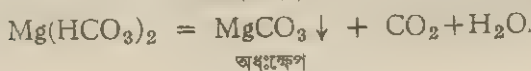
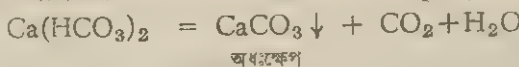
যে খরজলে, খরতার কারণ—দ্রাব্য CaCl_2 , MgCl_2 , CaSO_4 , MgSO_4 প্রভৃতি লবণ, এই খরজলকে স্থায়ী খরজল (permanent hard water) বলা হয় এবং এই জাতীয় খরতাকে স্থায়ী খরতা (permanent hardness) বলা হয়। এই জাতীয় খরতা, শুধুমাত্র জলকে ফুটন করিলেই দূরীভূত করা যায় না।

জলের খরতা দূরীকরণ : খরতা দূরীকরণের মূল নীতি :—

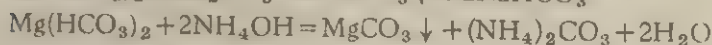
খরতাকারী লবণের ধাতব অংশকে (i) অদ্রাব্য কোনো যৌগরূপে পরিবর্তন, (ii) উপযুক্ত কোনো প্রক্রিয়ায় Na বা H দ্বারা প্রতিস্থাপন।

অস্থায়ী খরতা দূরীকরণ :

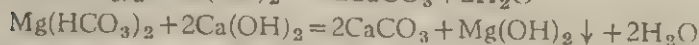
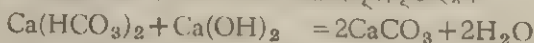
● **ফুটন**—অস্থায়ী খরজলকে ফুটন করিলে খরতাকারী দ্রাব্য বাই-কার্বনেট লবণগুলি, অদ্রাব্য কাবনেটে পরিণত হয়, ফলে খরতা দূরীভূত হয়।



● অস্থায়ী খরজলে উপযুক্ত পরিমাণ অ্যামোনিয়া বা সোডা (Na_2CO_3) যোগ করিলে, বাই-কার্বনেট অত্রাব্য কার্বনেটে পরিণত হয় ও খরতা দূরীভূত হয়।



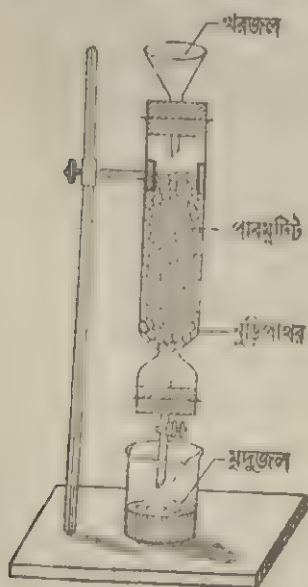
● পোর্টার ক্লার্ক পদ্ধতি (Porter-Clark method) — অস্থায়ী খরজলে উপযুক্ত পরিমাণ চূনের জল যোগ করিলে, অত্রাব্য ক্যালসিয়াম প্রভৃতির কার্বনেট (অথবা হাইড্রক্সাইড) উৎপন্ন হয় ও খরতা দূরীভূত হয়।



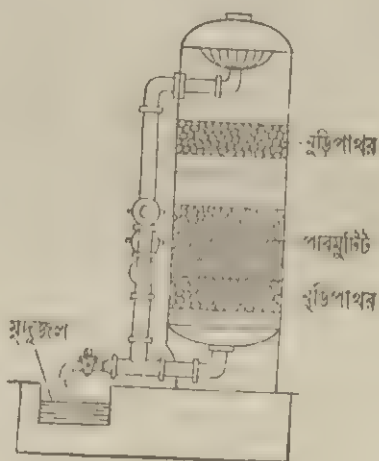
যুক্ত চূনের পরিমাণ অনেক হইলে, উহা আবার খরতার কারণ হয়

স্থায়ী খরতা দূরীকরণ :

● পারমুটিট পদ্ধতি (Permutit process) : সোদক সোডিয়াম-অ্যালুমিনিয়াম সিলিকেট (hydrated sodium aluminium silicate) বা পারমুটিট* (Permutit) যোগটি প্রাকৃতিক জিওলাইট (zeolite) শ্রেণীর খনিজ ; এট যোগটি কৃত্রিম উপায়েও প্রস্তুত করা যায়। অত্রাব্য দাতব লবণযুক্ত কোন



চিত্র নং 11'7

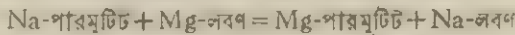
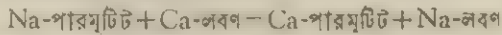


চিত্র নং 11'8

জলীয় দ্রবণ পারমুটিটের চূর্ণের মধ্য দিয়া চালিত করিলে, জলীয় দ্রবণ হইতে দাতব

* Permutit শব্দের অর্থ 'বিনিময়'।

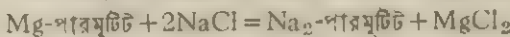
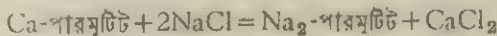
লবণের দাতব অংশের ও পারমুটিটের মধ্যস্থ সোডিয়াম অংশের তুল্যাকের অনুপাতে পারস্পরিক প্রতিস্থাপন ঘটে, ফলে, সোডিয়াম-যুক্ত পারমুটিট প্রতিস্থাপিত ধাতুর পারমুটিটে (অজ্জা) পরিণত হইয়া যায় এবং জলস্থ আদি দাতব লবণটি, ত্রাব্য সোডিয়াম লবণে রূপান্তরিত হয়।



অজ্জা ও হাবা উভয় প্রকার পথতাই পারমুটিটের সাহায্যে দূরীকরণ করা যায়। প্রকৃত প্রয়োগে, একটি চঙড়া কাচ বা ধাতুর স্তম্ভ লওয়া হয়, নলটির নিম্নপ্রান্তে কিছু কুড়ি (gravel) বিছানো থাকে, কুড়ির উপর পারমুটিট চূর্ণের একটি স্তর ঢালিয়া দেওয়া হয় ও উপরের মুখটি কৰ্কযোগে বন্ধ করিয়া উহার মধ্য দিয়া একটি ফানেল প্রাপ্ত করানো হয়। নলটির নিম্নপ্রান্তও অল্পরূপ কৰ্কযোগে বন্ধ করিয়া উহার মধ্য দিয়া একটি নির্গম-নল লাগানো হয় ও নির্গম-নলের নীচে একটি সংগ্রাহক-পাত্র রাখা হয়। (চিত্র নং 11'7 এবং 11'8)

এখন ফানেলের মধ্য দিয়া খরজল ঢালিলে, উহা পারমুটিট স্তরের মধ্য দিয়া ধীরে হইবার কালে, পূর্বোক্ত বিক্রিয়াগুলি ঘটিবে এবং খরতার কারণ দূরীভূত হইবে। নিম্নে সংগ্রাহক পাত্রে যে জল সংগৃহীত হইবে, উহা মুছজল।

বার-বার ব্যবহার করার পর, পারমুটিট স্তরটি সম্পূর্ণই Ca ও Mg-পারমুটিটে পরিণত হইয়া যায় এবং তখন উহা আর কার্যোপযোগী থাকে না। এই অবস্থায় উপরের ফানেল হইতে গাঢ় NaCl দ্রবণ স্রবিত করা হয় ও বিপরীত বিক্রিয়া ঘটে; অর্থাৎ



উহার পর ফানেল দিয়া বার-বার বিশুদ্ধ জল ঢালিলে, পারমুটিট স্তরে উৎপন্ন CaCl_2 বা MgCl_2 দ্রব হইয়া চলিয়া যায় এবং পারমুটিট স্তরটি (Na_2 -পারমুটিট-রূপে) পুনরায় সক্রিয় ও ব্যবহারোপযোগী হইয়া ওঠে।

□ আয়ন বিনিময়কারী রেজিনযোগে খরতা দূরীকরণ :

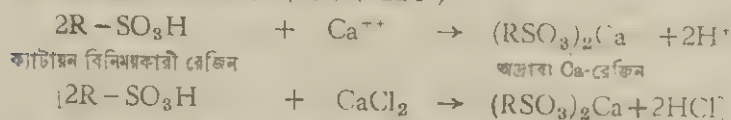
পারমুটিটের স্থায়ী আয়ন বিনিময়ের ক্ষমতাসম্পন্ন একশ্রেণীর সক্রিয় সংশ্লেষিত (synthetic) জৈব যৌগ বহুমানের খরতা দূরীকরণে বহুল ব্যবহৃত হয়। এই জৈব যৌগগুলিকে 'রেজিন' (resin) বলা হয়।

রেজিন দুই শ্রেণীর—

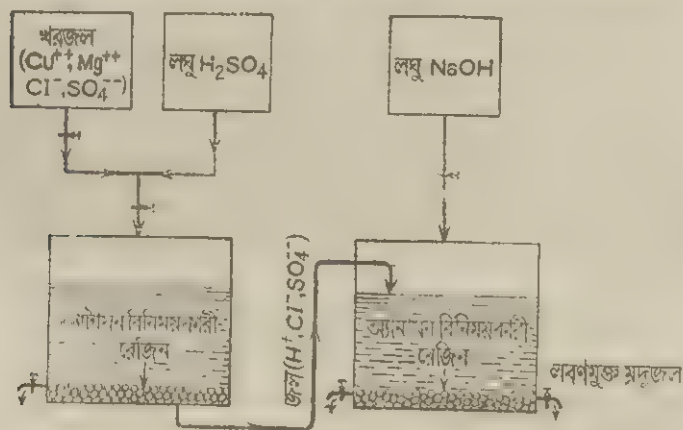
● ক্যাটায়ন বা ধনাত্মক আয়ন বিনিময়কারী রেজিন ; এগুলির সংগঠনে, $-\text{SO}_3\text{H}$ মূলক থাকে ; এই $-\text{SO}_3\text{H}$ মূলকের H^+ অংশটির সহিত খরজলের Ca^{++} বা Mg^{++} আয়নের বিনিময় ঘটে।

● অ্যানায়ন বা ঋণাত্মক আয়ন বিনিময়কারী রেজিন; এগুলির সংগঠনে $\text{N}-\text{OH}$ যুক্ত থাকে, এই NOH যুক্তকের OH^- অংশের সহিত খরজলের Cl^- , SO_4^{--} প্রভৃতির বিনিময় ঘটে।

দ্রাব্য লবণযুক্ত যে কোন জল রেজিনচূর্ণযুক্ত একটি স্তরের মধ্য দিয়া পারমিটিভ স্তরের দ্বারা চালিত করিলে, তন্ত্ৰাংশ হইতে ক্ষরিত জলে কোন ধাতব আয়ন থাকে না, উহা তুল্যাক পরিমাণ H^+ দ্বারা প্রতিস্থাপিত হইয়া যায় অর্থাৎ ক্ষরিত জলে একমাত্র H^+ ক্যাটায়নরূপে থাকে। (চিত্র নং 11'9)

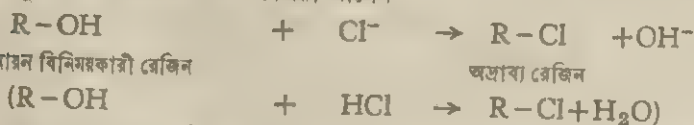


এই করিত্ত জনকে যদি আবার একটি আনায়ন বিনিময়কারী রেজিনার যুক্ত
তন্তের উপর হইতে পুনরায় চানিত করা যায়, ফলে বহমান আনায়নগুলি (যেমন

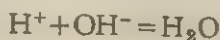


हिज्र नः ११९

Cl^- , SO_4^{--} ইত্যাদি) রেজিনের OH^- অংশকে প্রতিস্থাপন করিয়া থাকে এবং অল্পে তুল্যাক পরিমাণে OH^- চলিয়া আসে।



এইভাবে দ্বিতীয় স্তরের নিম্ন হইতে ক্ষরিত জলে একমাত্র, OH^- আনায়নরূপে ক ; প্রথম স্তরের বিমুক্ত H^+ আয়ন ও দ্বিতীয় স্তরের বিমুক্ত OH^- আয়ন মিলিত । বিশুদ্ধ জল উৎপন্ন করে ।



বস্তুত এই জল অতি বিশুদ্ধ জল এবং বিশুদ্ধ পাতিত জলেরই সমতুল্য। এই পদ্ধতিতে জলকে খরতা শূন্য ও বিশুদ্ধিকরণকে ‘জলের লবণমুক্ত করণ’ (demineralisation of water) বলা হয় এবং এই জলকে লবণমুক্ত জল (demineralised water) বলা হয়।

ব্যবহারের পর কাটায়ন বিনিময়কারী রেজিনের ও আনায়ন বিনিময়কারী রেজিনের কার্যকারিতা নষ্ট হইয়া গেলে, যথাক্রমে লঘু $H_2SO_4(0.2M)$ ও লঘু $NaOH(0.2M)$ এবং পরে জল চালনা করিয়া উহাদের পুনরায় পূর্বরূপে ($R-SO_3H$ এবং $R-OH$) ফিরাইয়া আনা যায় ও সক্রিয় করিয়া তোলা যায় ;

বয়লারে খরজলের খরতা দূরীকরণ না করিয়া ব্যবহার করিলে, দ্রবীভূত Ca এবং Mg -এর ক্লোরাইড ও সালফেট লবণগুলি ক্রমশঃ বয়লার গায়ে অদ্রাব্য কঠিনরূপে জমিতে থাকে ও একটি নিরেট স্তর (scales) গড়িয়া তোলে ; এই স্তর জমিয়া পরে বয়লারে বিস্ফোরণের কারণ হয়। সে কারণে বয়লার জলের খরতা দূরীকরণ অত্যাবশ্যক।

কোন কোন সময়, জলের খরতা দূরীকরণ সম্ভব না হইলে সাধারণ খরজলের সহিত ‘সোডিয়াম হেক্সামেটাকসফেট’ $[(NaPO_3)_6]$ মিশ্রিত করিয়া বয়লারে ব্যবহার করা হয়। এই যৌগটির ধর্ম,—উহা বয়লারে দ্রবীভূত Ca ও Mg লবণগুলিকে দ্রাব্য করিয়া দেয় এবং বয়লার বিস্ফোরণের কারণ দূর করে। এই পদ্ধতিতে বয়লার-জল প্রস্তুতিকে ‘ক্যালগন পদ্ধতি’ (Calgon process) বলা হয়।

□ জলের ধর্ম :

ভৌত ধর্ম—সাধারণ উষ্ণতায় বিশুদ্ধ জল স্বচ্ছ, বর্ণহীন, গন্ধহীন ও স্বাদহীন তরল পদার্থ। গভীর স্তরে জলের একটি নীলাভ বর্ণ আছে ইহার হিমাংক $0^\circ C$ ও স্ফুটনাংক $100^\circ C$ । $4^\circ C$ উষ্ণতায় জলের ঘনত্ব সর্বাধিক ; এই উষ্ণতায় 1 মি.সি. জলের ওজনকে, ঘনত্বের ও ওজনের একক ধরা হয়।

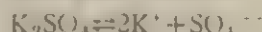
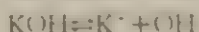
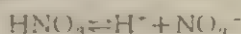
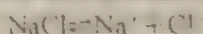
জল উষ্ণায়ী তরল পদার্থ এবং $0^\circ C$ হইতে $100^\circ C$ সকল উষ্ণতায়ই ইহা কমবেশী জলীয় বাষ্প উৎপন্ন করিয়া, উহার সহিত সাম্যাবস্থায় থাকে।

জল একটি শক্তিশালী দ্রাবক এবং বিভিন্ন দ্রব ও অদ্রব পদার্থ জলে দ্রবীভূত হয়। জলে দ্রবীভূত অক্সিজেনের জটাই জলজ প্রাণীর প্রাণ ধারণ সম্ভব হয়।

*** পাতিত জল (Distilled water) :** রাসায়নিক নানা কাণ্ডে এবং ঔষধাদি ও ইন্ডেকেশন প্রস্তুতির জন্য বিশুদ্ধ জলের প্রয়োজন হয়। সাধারণভাবে বিশুদ্ধ জলের জন্ত, জলকে সাধারণ পাতনযন্ত্র (“পবীকামূলক রনায়ন” ক্রটবা) বাষ্পীভূত করিয়া ও উদ্ধৃত বাষ্পকে শীতল করিয়া ‘পাতিত জল’ পাওয়া যায়।

অতি পাতিত জল (Conductivity of water) : রাসায়নিক নানা ক্রিয়ায় প্রয়োজন্য যে বিশুদ্ধ জল প্রয়োজন হয়, উহাকে ‘অতি পাতিত জল’ বলা হয়। বিশেষ পাতনযন্ত্রে, সাধারণ পাতিত জলকে ক্ষার ও পটাশিয়াম পারমাংগানেট যোগে পাতিত করিয়া ও উদ্ধৃত বাষ্পকে শীতল করিয়া ‘অতি পাতিত জল’ পাওয়া যায়।

কিন্তু মূলতঃ সমযোজী যৌগ হইলেও, ইহা অংশত আয়নিত হয় : $H_2O \rightleftharpoons H^+ + OH^-$ । তল একটি আয়নকারী দ্রাবক (ionising solvent) এবং এত অল্প-বিভিন্ন পদার্থ, তলে আয়নরূপে বিয়োজিত হয়



তলে প্রবাহিত। কিন্তু পদার্থ তাপ উৎপাদন করে ও দুইটি উদ্বল হইয়া ওঠে, যেমন—যাচ H_2SO_4 , কঠিন $NaOH$, ও CaO ইত্যাদি । তলে প্রবাহিত হইলে কিন্তু পদার্থ তাপশোষণ করে ও দুইটি উদ্বল হইয়া যায়, যেমন অ্যামোনিয়াম লবণগুলি ।

কিন্তু কঠিন যৌগ পদার্থে, যেসকল কঠিন ক্রিস্টাল (crystals) যাক্রিস্টাল যৌগে তলেব অল্প অল্প সঞ্চিত বসমান থাকে । এইকম যৌগকে মোদক যৌগ (hydrated compound) বলা হয় এবং এইকম তলেব অণুকে ক্রিস্টাল তল (water of crystallisation) বলা হয় । উদাহরণ : $CuSO_4 \cdot 5H_2O$, $FeSO_4 \cdot 7H_2O$, $K_2SO_4 \cdot Al_2(SO_4)_3 \cdot 24H_2O$ ইত্যাদি । ক্রিস্টাল তল দূরীভূত করিলে, যৌগটির ক্রিস্টাল আকৃতি ও বর্ণ বিনষ্ট হয়, ক্রিস্টাল তল বিদূরিত করার পর যৌগটিকে 'নিরুদ্ধক' (anhydrous form) বলা হয় ।

রাসায়নিক ধর্ম—● তল একটি অম্লম অক্সাইড, ইহার সঞ্চিত 'হাইড্রোজেন বর্ণভেদ ঘটে না ।

● তল বি'-র দ্রবীভূত করে এবং 'বি'-র উৎকর্ষণ 'ব'-রূপে করিয়া হাইড্রোজেন উৎপন্ন করে । যেমন—

উচ্চ
সাধারণ উচ্চতা

বিজয়কারী দ্রব

Na, K, Ca, Ba

কুটন উচ্চতা

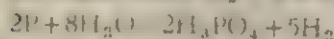
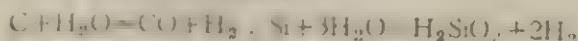
Mg, Al

দ্রব উচ্চতা

Fe

আর্চন রাসায়নিক কম্পনীয় নিষ্ক দ্রবীভূত—Au, Pt, Hg ইত্যাদি তলেব সঞ্চিত কোনো উৎকর্ষণ 'ব'-রূপে করে না ।

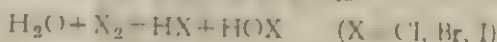
● তল 'বি'-র অম্লভূত করে এবং 'বি'-র অবস্থায় 'ব'-রূপে করে । দ্রব উৎকর্ষণ হয়—C, Si এবং P দ্বারা বিজিত হয় ।



ক্রিস্টাল তল তলে 'ব'-রূপে করে—



Cl, Br ও I তলেব সঞ্চিত দুইটি কঠিন অম্ল উৎপন্ন করে—



● হাইড্রোজেনের আলোচনা হইয়া ।

জলের সংযুতি নির্ধারণ

(Determination of composition of water)

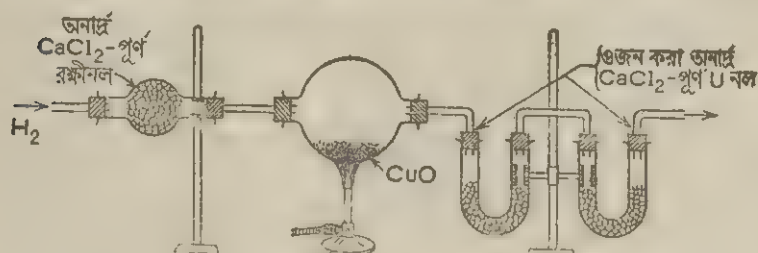
জলের সংযুতি নির্ধারণের জন্য প্রধানত দুইটি পদ্ধতি অনুসৃত হয় :

1. ওজনমাত্রিক প্রণালী (Gravimetric method).
2. আয়তনমাত্রিক প্রণালী (Volumetric method).

□ ওজনমাত্রিক প্রণালী :

এই পদ্ধতির মূলনীতি হইল জলের উপাদান মোল দুইটি, হাইড্রোজেন ও অক্সিজেন পরস্পরের সহিত যে ওজনের অনুপাতে সংযুক্ত হইয়া জল উৎপাদন করে সেই অনুপাত নির্ধারণ ও উহা হইতে জলের সঠিক সংকেত নির্ণয়।

(i) ডুমার প্রণালী—এই পদ্ধতিটি প্রথম প্রয়োগ করেন ডুমা। ডুমার পদ্ধতিতে নিম্নলিখিত যন্ত্রসজ্জাটি (চিত্র নং 11.10) ব্যবহৃত হয়। ইহাতে CuO -



চিত্র নং 11.10

সহ একটি গোলক থাকে এবং গোলকটির একপ্রান্তে কয়েকটি ওজন করা অনান্দ্র CaCl_2 -পূর্ণ U-নল যুক্ত থাকে ও অপর প্রান্তে একটি রক্ষী-নল থাকে। রক্ষী-নলের মুখ দিয়া বাহির হইতে বিশুদ্ধ হাইড্রোজেন গ্যাস চালনা করা হয় ও CuO -যুক্ত গোলকটিকে উত্তপ্ত করা হয়। উত্তপ্ত CuO হাইড্রোজেনের সহিত বিক্রিয়া করিয়া জল উৎপন্ন করে; উৎপন্ন জল ওজন করা CaCl_2 -U-নলে শোষিত হয়।



ধরা যাক, পরীক্ষার পূর্বে CuO -যুক্ত গোলকের ওজন = a গ্রাম

পরীক্ষার পরে CuO -যুক্ত গোলকের ওজন = b গ্রাম

বিমুক্ত অক্সিজেনের পরিমাণ = $a - b$ গ্রাম

পরীক্ষার পূর্বে CaCl_2 -যুক্ত U নলের ওজন = c গ্রাম

পরীক্ষার পরে CaCl_2 -যুক্ত U-নলের ওজন = d গ্রাম

উৎপন্ন জলের পরিমাণ = $d - c$ গ্রাম

অতএব, সংযুক্ত হাইড্রোজেনের পরিমাণ = $(d - c) - (a - b)$

সুতরাং, $\frac{\text{সংযুক্ত হাইড্রোজেনের ওজন}}{\text{সংযুক্ত অক্সিজেনের ওজন}} = \frac{(d-c)-(a-b)}{a-b} = \frac{x}{y}$

প্রকৃত পরীক্ষার ফলে দেখা যায়, $\frac{x}{y} = \frac{1}{8}$

1 গ্রাম হাইড্রোজেন, 8 গ্রাম অক্সিজেনের সহিত যুক্ত হইয়া 9 গ্রাম জল উৎপন্ন করে।

এখন জলের বাষ্প ঘনত্ব = 9 বা, জলের আণবিক ওজন = 18

সুতরাং, জলের অণুতে অক্সিজেনের ওজন = $\frac{1}{8} \times 18 = 16$

এবং হাইড্রোজেনের ওজন = $\frac{1}{8} \times 18 = 2$

16 ওজন, একটি অক্সিজেনের পরমাণুর সূচক এবং 2 ওজন, 2টি হাইড্রোজেনের পরমাণুর সূচক। [পারমাণবিক ওজন অনুপাতে।]

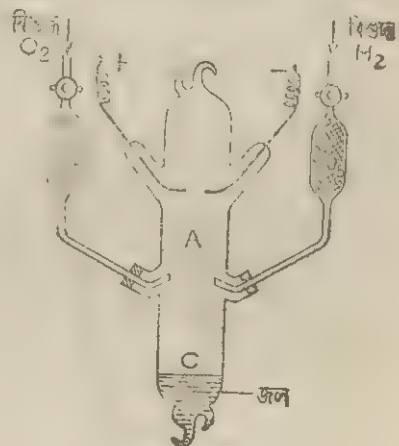
অতএব, জলের সঠিক সংকেত = H_2O .

(ii) মল্লির প্রণালী—ওজনমাত্রিক জলের সংযুতি নির্ধারণের নানা প্রণালীর মধ্যে, মল্লির প্রণালীটিই নিখুঁত। এই পদ্ধতিতে 11.11 নং চিত্রের যন্ত্রসজ্জাটি ব্যবহৃত হয়। এই যন্ত্রটিতে, দুই পার্শ্বে দুইটি P_2O_5 -পূর্ণ নল থাকে, এই নল দুইটির বাহিরেব মুখগুলি যথাক্রমে একটি বিশুদ্ধ অক্সিজেনের উৎস ও একটি বিশুদ্ধ হাইড্রোজেনের উৎসের (শোণিত হাইড্রোজেনসহ একটি প্যালেডিয়ামপূর্ণ গোলক) সহিত যুক্ত থাকে। নল দুইটির অপর প্রান্তেব মুখ দুইটি আগম-নল-রূপে একটি কেন্দ্রীয় নল A-র ভিতরে প্রবিষ্ট করানো গা। কেন্দ্রীয় নলের মধ্যে, আগম-নল দুইটির ঠিক উপরে, দুইটি তড়িৎ-বাহী তার প্রবিষ্ট করানো থাকে; তার দুইটির ব্যবধান অতি স্বল্প এবং বাহির হইতে তড়িৎ চালনা করিলে, তার দুইটির মধ্যে ক্ষুদ্র উৎপন্ন হয়।

পরীক্ষার পূর্বে অক্সিজেন উৎসটিকে ওজন করা হয় ও পরে আবার ওজন করা হয়; দুইটি ওজনের পার্থক্য হইতে ব্যবহৃত অক্সিজেনের ওজন জানা যায়। অনুরূপভাবে পরীক্ষার পূর্বে হাইড্রোজেনযুক্ত প্যালেডিয়াম গোলককে ওজন করা হয় এবং পরীক্ষার পরে আবার ওজন করা হয়। দুইটি ওজনের পার্থক্য হইতে ব্যবহৃত হাইড্রোজেনের ওজন জানা যায়।

পরীক্ষার পূর্বে (অক্সিজেনের ও হাইড্রোজেনের উৎস যোগ করার পূর্বে) সমগ্র যন্ত্রটিকে ওজন করা হয়।

ইহার পর কিছু পরিমাণ H_2 এবং O_2 প্রবিষ্ট করা হয় এবং তড়িৎ-ক্ষুদ্র



চিত্র নং 11.11

উৎপন্ন করা হয় ; H_2 এবং O_2 , তড়িৎ-স্ক্রুিংগের সান্নিধ্যে সংযুক্ত হইয়া জল উৎপন্ন করে। $2H_2 + O_2 = 2H_2O$

উৎপন্ন জল, কেন্দ্রীয় নলটির নিম্নের C-চিহ্নিত অংশে জমে (C-অংশটিকে আধারে রাখিয়া শীতলও করা যায়)। এইভাবে কিছু সময় পর পর H_2 এবং O_2 -এর সম্মিলন ঘটানোর পর, C-তে যথেষ্ট ওজনযোগ্য জল পাওয়া যায়। এখন, পরীক্ষা শেষে গ্যাস উৎসগুলিকে বিচ্ছিন্ন করিয়া সমগ্র যন্ত্রটিকে পুনরায় ওজন করিলে, পরীক্ষা-পূর্ব ও পরীক্ষা-পর দুইটি ওজনের পার্থক্য হইতে উৎপন্ন জলের ওজন পাওয়া যায়।

ধরা যাক, ব্যবহৃত অক্সিজেনের ওজন = y গ্রাম

ব্যবহৃত হাইড্রোজেনের ওজন = x গ্রাম

$$\therefore \frac{\text{সংযুক্ত হাইড্রোজেনের ওজন}}{\text{সংযুক্ত অক্সিজেনের ওজন}} = \frac{x}{y}$$

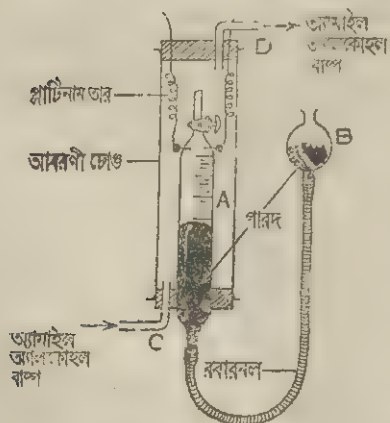
প্রকৃত পরীক্ষার ফলে দেখা যায় $\frac{x}{y} = \frac{1}{8}$ (প্রায়)*

এই অনুপাত হইতে ডুমার পরীক্ষার ন্যায় অনুরূপ যুক্তি দ্বারা (পূর্বে দ্রষ্টব্য) সিদ্ধান্ত করা যায়, জলের আণবিক সংকেত H_2O ।

□ আয়তনমাত্রিক প্রণালী :

এই প্রণালীর মূল নীতি হইল নির্দিষ্ট আয়তন হাইড্রোজেন ও অক্সিজেনের তড়িৎ-স্ক্রুিংগের সান্নিধ্যে সংযোজন ও উৎপন্ন জলের স্ফীকরূপে আয়তন নিরূপণ। এই আয়তন-গুলির অনুপাত নির্ধারণের পর, ঐগুলি হইতে জলের সঠিক সংকেত নিরূপণ করা যায়।

হফম্যানের প্রণালী—এই প্রণালীতে নিম্নের যন্ত্রসজ্জা (চিত্র 11-12) ব্যবহৃত হয়। যন্ত্রটির A অংশ একটি রেখাংকিত লম্বা নল ; উহার মধ্যে স্বল্প ব্যবধানে দুইটি প্লাটিনাম তার অন্তর্প্রবিষ্ট আছে। নলটির উপরাংশ ষ্টপকক বা চাবী দ্বারা খোলা-বন্ধ করা যায় এবং নিম্নাংশ একটি রবার নলসহ B গোলকের সহিত যুক্ত থাকে। B গোলকটি, রবার নল ও উহার দ্বারা সংযুক্ত A-নলের কিছু অংশ পারদপূর্ণ থাকে। A নলটি, একটি আবরণী চোঙের মধ্যে প্রবিষ্ট করানো হয় ; আবরণী চোঙটির নিম্নের C নল দিয়া জল অপেক্ষা উচ্চ স্ফুটনাংকের কোন তরল পদার্থের বাষ্প (যেমন অ্যামাইল

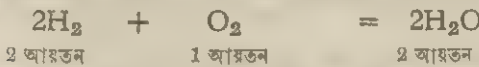


চিত্র নং 11-12

* নলের পরীক্ষায়, পরীক্ষালব্ধ প্রকৃত অনুপাত $H : O :: 1 : 7.9395$

অ্যালকোহল বাষ্প ; স্ফুটনাংক 130°C) চালনা করা হয় ও এই বাষ্প D নির্গম-নল দিয়া বাহির হইয়া যায় ; ফলে আবরণী A অংশের উষ্ণতা $>100^{\circ}\text{C}$ থাকে ।

পরীক্ষার পূর্বে স্টপকক্ বন্ধ করিয়া A নলের সমগ্র অংশ, রবার নল ও B গোলকের কিছু অংশ পারদপূর্ণ করা হয় । এখন স্টপকক্ খুলিয়া এই পথে 2 আয়তন H_2 ও 1 আয়তন অক্সিজেন A নলে পারদের অপসারণ দ্বারা প্রতিষ্ঠিত করানো হয় ও স্টপকক্টি বন্ধ করিয়া দেওয়া হয় । ইহার পর B গোলকটিকে উঠা-নামা করাইয়া, A নল ও B গোলকের পারদতল সমতলে আনা হয় ; অর্থাৎ গ্যাসমিশ্রটি সাধারণ বায়ু চাপে রাখা হয় ও এই অবস্থায় মোট গ্যাসায়তন মাপা হয় । এখন তার দুইটির মাধ্যমে তড়িৎ প্রবাহ চালনা করিলে বিস্ফোরণসহ গ্যাস দুইটির সংযোজন ঘটে ও জল উৎপন্ন হয় । পরীক্ষাকালে, A নলটিকে আবরণী চোঙে রাখিয়া উত্তপ্ত অ্যামাইল অ্যালকোহল বাষ্প চালনা করিলে, উৎপন্ন জল A-নলে স্তিমরূপে থাকিবে । এই অবস্থায় আবার B গোলক ওঠানামা করাইয়া A ও B দুই অংশের পারদতল একই তলে আনিয়া, উৎপন্ন স্তিমের আয়তন পরিমাপ করা হয় ।



প্রকৃত পরীক্ষার ফলে দেখা যায়, স্তিম উৎপন্ন হইবার পর, আদি আয়তনের $\frac{2}{3}$ সংকোচন ঘটে ।

পরীক্ষার ফলে—

2 আয়তন হাইড্রোজেন + 1 আয়তন অক্সিজেন = 2 আয়তন স্তিম (অল্পরূপ চাপে) ।

ধরা যাক, গ্যাসগুলির আয়তন পিছু অণুর সংখ্যা = n (অ্যাভোগাড্রো) ।

সুতরাং, $2n$ অণু হাইড্রোজেন + $1n$ অণু অক্সিজেন = $2n$ অণু স্তিম ।

বা $2 \quad " \quad " \quad + 1 \quad " \quad " \quad = 2 \quad " \quad "$

বা $2 \times 2 \text{ পরমাণু } " \quad + 2 \text{ পরমাণু } " \quad = 2 \quad " \quad "$

অর্থাৎ, 1 অণু স্তিম, 2 পরমাণু হাইড্রোজেন ও 1 পরমাণু অক্সিজেন থাকে ।

\therefore জলের স্থূল সংকেত = $(\text{H}_2\text{O})_x$

এখন স্তিমের বাষ্প ঘনত্ব = 9 বা, স্তিমের আণবিক ওজন = $9 \times 2 = 18$

অর্থাৎ $(\text{H}_2\text{O})_x = 18$

[\because H-এর পাঃ ওঃ = 1 এবং O-এর পাঃ ওজন = 16]

$(2 \times 1 + 1 \times 16)x = 18$

বা, $x = 1$

অতএব জলের যথার্থ আণবিক সংকেত = H_2O ।

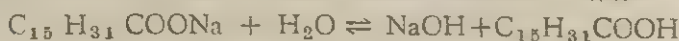
সংযোজন : প্রকৃতিতে তৈল বা স্নেহজাতীয় পদার্থ বা চর্বিরূপে যাহা আমরা দেখিয়া থাকি এইগুলি রাসায়নিক দিক দিয়া কয়েকটি জৈব স্নেহাম্ল, যথা পামিটিক অ্যাসিড (palmitic acid), ওলিয়িক অ্যাসিড (oleic acid) ও স্টিয়ারিক অ্যাসিডের (stearic acid) সহিত গ্লিসারলের (glycerol) মিশ্র যোগ বা এস্টার (ester) । এইগুলি NaOH বা KOH যোগে আর্দ্র বিশ্লেষণ করিলে, স্নেহাম্লের

নবণ ও গ্লিসারিন উৎপন্ন হয় ; এই স্নেহায়ের নবণকেই, আমরা সাবান (soap) বলি ।



উৎপন্ন সারবানকে, লবণ-জল যোগে প্রসারিত হইতে পৃথক করা হয়।

উৎপন্ন নাবানের সঞ্চিত জল যোগ করিলে পুনরায় আর্জিবিজ্জের ঘাটে এবং স্নেহান ও কষ্টিক সোডা উৎপন্ন হয়। নাবানকে সরলার্থে সোডিয়াম পামিটেট ধরিলে—

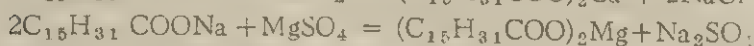


সোডিয়াম পামিটেট

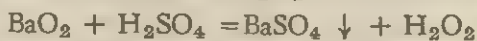
પામિટિક આમિડ

সাম্যাবস্থায় সাবানের দ্রবণে দ্রাব্য সোডিয়াম পমিটেট, পামিটিক অ্যাসিড, NaOH ও জল থাকে—এই মিশ্র অবস্থাকেই আবদ্ধ বায়ু বৃদ্ধিদ্রব সাবানের ফেনারূপে আমরা দেখিয়া থাকি।

জলে Ca, Mg, Al প্রভৃতির লবণ দ্রবীভূত থাকিলে অর্থাৎ খরজল হইলে ঐ জলের সহিত সাবানের বিলিঙ্গায় অদ্রব্য ক্যালসিয়াম পামিটেট, ম্যাগনেসিয়াম পামিটেট বা অ্যালুমিনিয়াম পামিটেট প্রভৃতির লবণ উৎপন্ন হয় ; ফলে, সাবানে ফেনা হয় না।

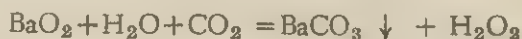


দ্রবণ (1 : 5) যোগ করিলে H_2O_2 উৎপন্ন হয় ও বেরিয়াম সালফেটের অধঃক্ষেপ পড়ে। দ্রবণটি সামান্য অম্লীকৃত হওয়া পর্যন্ত H_2SO_4 যোগ করা প্রয়োজন ; সামান্য H_2SO_4 অতিরিক্তরূপে থাকিলে উৎপন্ন H_2O_2 -এর বিয়োজন বিলম্বিত হয়।

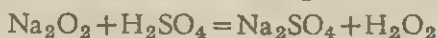
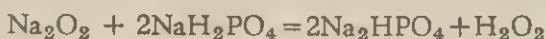


দ্রবণটিকে ছাঁকিয়া $BaSO_4$ পৃথক করিবার পর, পরিষ্কৃত দ্রবণে 10--20 % H_2O_2 পাওয়া যায়।

H_2SO_4 -এর পরিবর্তে CO_2 চালনা অথবা H_3PO_4 যোগ করিলেও H_2O_2 উৎপন্ন হয়—



BaO_2 -এর পরিবর্তে, অন্য পারক্সাইড যেমন Na_2O_2 হইতেও H_2O_2 উৎপন্ন করা যায়—



□ হাইড্রোজেন পারক্সাইডের শিল্প প্রস্তুতি :

বরফ শীতল 50% গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিডকে উচ্চ তড়িৎ-বলত্ব যোগে বিশ্লেষণ করিলে, অবশেষে দ্রবণে হাইড্রোজেন পারক্সাইড উৎপন্ন হয়। তড়িৎ বিশ্লেষণের মধ্যবর্তী স্তরে পারডাইসালফিউরিক অ্যাসিড [perdisulphuric acid ($H_2S_2O_8$)] নামে একটি যোগ উৎপন্ন হয় ; ইহারই আর্দ্রবিশ্লেষ ঘটিয়া, H_2O_2 উৎপন্ন হইয়া থাকে।

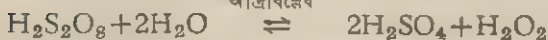


ক্যাথোডে, $2H^+ + 2e = H_2$ হাইড্রোজেন গ্যাস উৎপন্ন হয়।



পারডাইসালফিউরিক অ্যাসিড

আর্দ্রবিশ্লেষ



পুনরুৎপন্ন H_2SO_4 আবার তড়িৎ-বিশ্লেষিত হইতে থাকে ও বিক্রিয়ার পুনরাবর্তন ঘটিয়া দ্রবণে H_2O_2 -এর মাত্রা ক্রমশঃই বৃদ্ধি পায়। তড়িৎ কোষে উৎপন্ন এইরূপ দ্রবণকে নিম্নচাপে পাতন করিলে, উৎপন্ন H_2O_2 পৃথক হইয়া সংগৃহীত হয়।

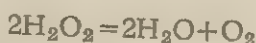
□ হাইড্রোজেন পারক্সাইডের ধর্ম :

ভৌত ধর্ম—বিশুদ্ধ হাইড্রোজেন পারক্সাইড সাধারণ অবস্থায় স্বচ্ছ বর্ণহীন তরল পদার্থ। গভীর স্তরে ইহার বর্ণ নীল। ঘন দ্রবণে ইহা গাঢ় সিরাপের ছায় ; ঘনত্ব 1.45 (0°C), হিমাংক—0.89°C। সাধারণ বায়ুচাপে ইহার গণনালব্ধ

স্ফুটনাংক 151°C । কিন্তু সাধারণ বায়ু চাপে ইহার স্ফুটনকালে বিযোজন ও বিস্ফোরণ ঘটে ; সে কারণে সাধারণ বায়ু চাপে ইহার স্ফুটনাংক নির্ধারণ করা যায় না বা ইহাকে পাতনদ্বারা গাঢ় করা যায় না। নিম্নপ্রেশ পাতন দ্বারা, লঘু জলীয় দ্রবণ হইতে ইহাকে গাঢ় করা হয় ; 68 মি. মি. চাপে ইহার স্ফুটনাংক 84°C । ইহা জলের তায় খল মাত্রায় আয়নিত হয়।

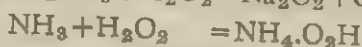
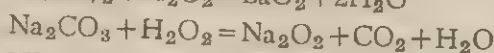
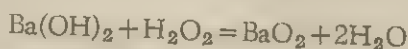


রাসায়নিক ধর্ম—● ইহা একটি অস্থায়ী যৌগ এবং বিযোজিত হইয়া জল ও অক্সিজেন উৎপন্ন করে।



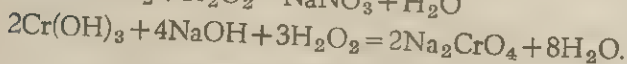
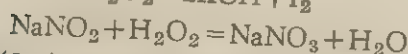
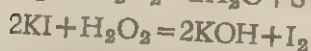
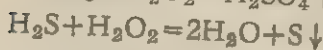
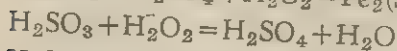
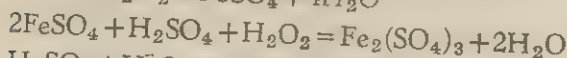
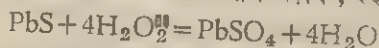
বিযোজনটি নানা স্বল্প ধাতুচূর্ণ, নানা অক্সাইড (SiO_2 , Al_2O_3), ক্ষার, তাপ, স্থূললৌক প্রভৃতির উপস্থিতিতে অরোধিত হয় এবং মালফিউরিক অ্যাসিড, ফসফোরিক অ্যাসিড, গ্লিসারিন, অ্যাসেটেনিলাইড প্রভৃতির সংস্পর্শে বিলম্বিত হয়।

● ইহা মুহু অল্পধর্মী, নীল লিটমাসকে লাল করে এবং ক্ষারকগুলির সহিত পারক্সাইড যৌগ উৎপন্ন করে ; অ্যামোনিয়ার সহিত ইহা অ্যামোনিয়াম হাইড্রো-পারক্সাইড উৎপন্ন করে।

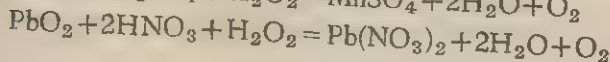
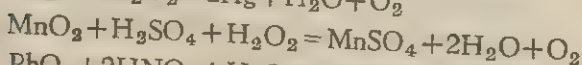
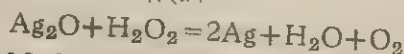


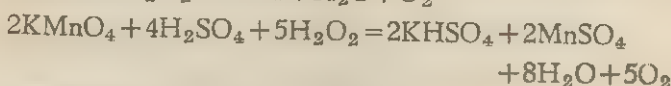
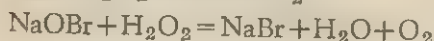
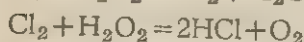
● ইহা বিভিন্ন যৌগের সহিত কেলাস জলের তায়, অণুরূপেও যুক্ত হয়।
যথা— $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, H_2O_2 ; $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$, H_2O_2 ; $\text{KF}.\text{H}_2\text{O}_2$.

● ইহা একটি শক্তিশালী জারক পদার্থ , ইহার জারণ ক্রিয়ার কয়েকটি উদাহরণ—



● কোন কোন ক্ষেত্রে ইহা বিজারক পদার্থরূপেও ক্রিয়া করে ; ইহার বিজারণ ক্রিয়ার কয়েকটি উদাহরণ—





□ হাইড্রোজেন পারক্সাইডের নিরীক্ষা :

হাইড্রোজেন পারক্সাইড দ্রবণ—

● স্টার্চযুক্ত পটাশিয়াম আয়োডাইডের দ্রবণের সহিত বিক্রিয়ায়, দ্রবণকে নীল করে।

● অম্লীকৃত KMnO_4 দ্রবণের সহিত বিক্রিয়ায়, দ্রবণকে গোলাপী হইতে বর্ণহীন করে।

● দ্রাব্য টাইটেনিয়াম লবণের দ্রবণের সহিত বিক্রিয়ায়, দ্রবণকে কমলাবর্ণ করে।

□ হাইড্রোজেন পারক্সাইডের ব্যবহার :

- জারক পদার্থরূপে ; ● পুরাতন তৈলচিত্রের বর্ণ পুনরুদ্ধারের কার্যে ;
- গজদন্ত, রেশম, পালক প্রভৃতির বিরঞ্জকরূপে ; ● বীজাণু নিবারক রূপে ;
- রকেটের জ্বালানীরূপে—ইহা ব্যবহৃত হয়।

□ হাইড্রোজেন পারক্সাইডের রেখা সংকেত :

হাইড্রোজেন পারক্সাইড অণুতে 2-টি হাইড্রোজেন পরমাণু ও 2-টি অক্সিজেন পরমাণু থাকে ; ইহার আণবিক সংকেত H_2O_2 এবং রেখা সংকেত $\text{H}-\text{O}-\text{O}-\text{H}$ ।

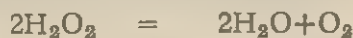
□ হাইড্রোজেন পারক্সাইডের “আয়তন মাত্রিক শক্তিমাত্রা”

নির্জলা H_2O_2 প্রস্তুত ও ব্যবহার কঠিন। সচরাচর যে H_2O_2 ব্যবহৃত হয়, উহাতে অল্পাধিক জল মিশ্রিত থাকে। এইরূপ জলমিশ্রিত H_2O_2 এতে সঠিক H_2O_2 এর পরিমাণ বুঝাইতে ‘আয়তন মাত্রিক শক্তিমাত্রা’ যোগে, H_2O_2 এর শক্তি প্রকাশ করা হয়। যেমন, 10 আয়তন H_2O_2 (10 volume H_2O_2), 30 আয়তন H_2O_2 (30 volume H_2O_2) ইত্যাদি। ‘30-আয়তন H_2O_2 ’ কে ‘পারহাইড্রল’ (perhydrol) বলা হয়।

N.T.P’তে যে H_2O_2 -এর V আয়তনের হইতে নিজ আয়তনের X গুণ অক্সিজেন পাওয়া যায়, ঐ H_2O_2 এর দ্রবণের শক্তিকে $X.V$ বলিয়া প্রকাশ করা হয়।

‘10 আয়তন H_2O_2 ’ বলিতে বুঝায়, যে H_2O_2 এর 1 সি.সি হইতে, N.T.P’তে, 10 সি.সি O_2 পাওয়া যায়।

H_2O_2 সর্ব উষ্ণতরই নিম্নরূপে বিযোজিত হয়—



2×34 গ্রাম

22400 সি. সি. (N.T.P.)

100 সি. সি., 10-আয়তন H_2O_2 —N.T.P.তে 1000 সি. সি. O_2 দেয়
22400 সি. সি. O_2 উৎপন্ন করিতে, 68 গ্রাম ষথার্থ H_2O_2 প্রয়োজন

$$\therefore 1000 \quad \quad \quad \frac{1000 \times 68}{22400}$$

বা 3'035 গ্রাম ষথার্থ H_2O_2 প্রয়োজন

অতএব, দ্রবণটির (10-আয়তন) শতকরা মাত্রা—3'035%.

অনুরূপ গণনায়, প্রমাণ H_2O_2 দ্রবণ বা (N) H_2O_2 দ্রবণ অর্থে '5'6 আয়তন H_2O_2 ' কে বুঝায়।

[পৃ: 125-126 এর উদাহরণ দ্রষ্টব্য]

ওজোন

(Ozone)

ওজোন (O_3), অক্সিজেন মৌলের বহুরূপতা* হইতে জাত একটি রূপভেদ। অক্সিজেন গ্যাসের উপর তড়িৎ মোক্ষণ (electrical discharge) বা অতিবেগুনী রশ্মির (ultraviolet rays) ক্রিয়া ঘটিলে, ওজোন গ্যাস উৎপন্ন হয়। ফলে, ঘূর্ণ্যমান তড়িৎ-যন্ত্রের পরিবেশে, বা উর্ধ্ব বায়ুস্তরে ওজোনের অস্তিত্ব† লক্ষ্য করা যায়। কোন কোন রাসায়নিক বিক্রিয়া—যেমন, ফসফোরাসের বায়ুতে মৃৎ জারণ, ক্লোরিনের সহিত জলের বিক্রিয়া, হাইড্রোজেন পারক্সাইডের প্রস্তুতি বিক্রিয়াগুলি প্রভৃতিতে ওজোনের উদ্ভব ঘটে।

ভ্যান মরাম (1785) ওজোনের অস্তিত্বের সহিত পরিচিত থাকিলেও ইহার প্রথম প্রস্তুতি উদ্ভাবন করেন স্কনবিন (1840)। সোরের্ট (1866) সর্বপ্রথম প্রমাণ করেন, ওজোন অক্সিজেনেরই রূপভেদ।

* **বহুরূপতা (Allotropy) :** কোনো কোন রাসায়নিক মৌল (C, P, S, Si, B, Sn ইত্যাদি) একাধিক রূপে পাওয়া যায়। প্রতিটি রূপই একই মৌল পদমানু দ্বারা গঠিত হইলেও,—বিভিন্ন রূপের প্রতিটির অণুর মধ্যে পরমাণুর সংখ্যা ও পরমাণুগুলির পারস্পরিক বন্ধনীর পার্থক্য দেখা যায়। ফলে, বিভিন্ন রূপের সক্রিয়তা বিভিন্ন হয় এবং বিভিন্ন রূপের মধ্যে রাসায়নিক ও ভৌত ধর্মের পার্থক্য ঘটে। মৌলের এই বিভিন্ন রূপ অণু গঠন করার ক্ষমতাকে মৌলের 'বহুরূপতা' (allotropy) বলা হয় এবং বিভিন্ন প্রকারভেদের প্রতিটিকে, মৌলের 'রূপভেদ' (allotrope) বলা হয়। মৌলের 'রূপভেদের' মধ্যে যেটি সর্বাধিক স্থায়ী ও যাহার বহুল অস্তিত্ব থাকে, ঐটিকে তাহার মৌলরূপ ও অন্তর্গতিকে 'রূপভেদ' বলা হয়। যেমন, ওজোন (O_3)—স্থায়ী অক্সিজেনের (O_2) রূপভেদ : কিন্তু অক্সিজেন, ওজোনের রূপভেদ নয়।

† উর্ধ্ব বায়ুমণ্ডলে ওজোনের স্তর, মহাকাশগতিক নানা উৎস হইতে আগত ক্ষতিকর তীব্র আণ্ট্রাভায়োলেট রশ্মি বহুলাংশে শোষণ করিয়া উদ্ভিদ ও প্রাণীজগতকে রক্ষা করে

□ ওজোনের প্রস্তুতি :

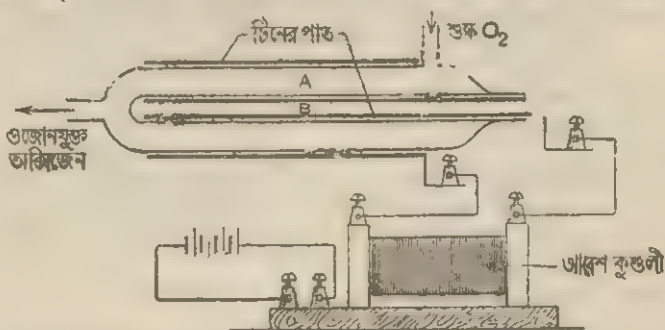
অক্সিজেন বা বায়ুর উপর স্কলিংগহীন নিঃশব্দ তড়িৎ মোক্ষণ (silent electrical discharge) ঘটাইলে, ওজোন উৎপন্ন হয়। বিক্রিয়াটি তাপগ্রাহী বিক্রিয়া—



ওজোন যে যন্ত্রে প্রস্তুত হয়, উহাকে ওজোনাইজার (ozoniser) বলা হয়।

● সিমেন্সের ওজোনাইজার (Siemens' Ozoniser) :

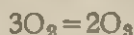
সিমেন্সের ওজোনাইজার যন্ত্রটি 11.13 নং সরলীকৃত চিত্রে দেখানো হইয়াছে। যন্ত্রটি A ও B দুইটি অমুভূমিক নলের সমষ্টি। ইহার B নলটি ক্ষুদ্রতর ব্যাসযুক্ত ও ইহার একপ্রান্ত বদ্ধ। এই প্রান্তটি A নলের মধ্যে অন্তর্প্রবিষ্ট থাকে; ইহার অপর প্রান্তটি বহির্মুখী। A নল, B নলটির প্রায় সমস্ত অংশই নল-আবরক (jacket) রূপে



চিত্র নং 11.13

চিত্রের তায় ঢাকিয়া রাখে। A নলটির সহিত চিত্রানুযায়ী একটি অক্সিজেন প্রবেশের ক্ষুদ্র আগম-নল এবং ওজনের নিঃসরণপথ রূপে একটি নির্গম-নল যুক্ত থাকে।

A নলটির বহির্গাত্র ও B নলটির অন্তর্গাত্র টিনের পাত দ্বারা আবর্তিত এবং পাত দুইটি যথাক্রমে একটি আবেণ কুণ্ডলীর (induction coil) দুই প্রান্তে যুক্ত করা হয়। এখন A-র মধ্য দিয়া অক্সিজেন চালনা ও একইকালে তড়িৎ মোক্ষণ শুরু করিলে, প্রবাহিত অক্সিজেন আংশিকরূপে (10%) ওজোনে পরিণত হয় এবং ওজোনিত অক্সিজেনরূপে (ozonised) নির্গম-নল পথে বহির্গত হয়।

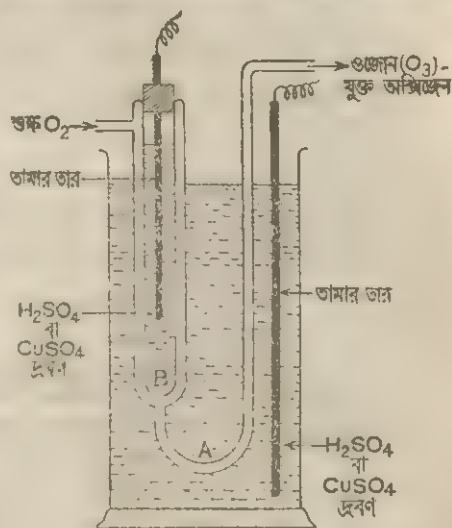


● ব্রডির ওজোনাইজার (Brodies ozoniser) :

ব্রডির যন্ত্রের ওজোন উৎপাদনের নীতি, সিমেন্সের যন্ত্রেরই অনুরূপ; পার্থক্যের মধ্যে A ও B নল দুইটি অমুভূমিকের পরিবর্তে লম্বভাবে থাকে এবং টিনের পাতের পরিবর্তে লঘু H_2SO_4 বা লঘু $CuSO_4$ দ্রবণ ব্যবহৃত হয়।

ব্রডির ওজোনাইজার যন্ত্রটির সরলীকৃত রূপ 11.14 নং চিত্রে দেখানো হইয়াছে। নলটির B অংশটি একটি টেস্টটিউবের তায়; ইহার ভিতর লঘু H_2SO_4 দ্রবণ থাকে

ও মধ্যে একটি তামার তার নিমজ্জিত থাকে ; B-নলটি বৃহত্তর ব্যাসযুক্ত A-নলের মধ্যে অন্তর্প্রবিষ্ট থাকে। A-নলটি একটি U নলের মতো ; ইহার একটি বাহু চওড়া ; ইহারই মধ্যে B-নলটি অন্তর্প্রবিষ্ট করানো হয় ; এই বাহুটির সহিত অক্সিজেন চালনার জন্য একটি আগম-নল থাকে ; অপর বাহুটি ক্ষুদ্রতর ব্যাসের ও ইহার খোলা প্রান্তটিই ওজোনিত অক্সিজেনের নির্গম নলরূপে ক্রিয়া করে। সমগ্র যন্ত্রসজ্জাটি A এবং B, একটি লঘু H_2SO_4 -দ্রবণ-যুক্ত আধারে নিমজ্জিত ; এই আধারেও একটি তামার তার নিমজ্জিত থাকে। B নলের এবং আধারের তামার তার দুইটি—আবেশ কুণ্ডলীর দুই প্রান্তের সহিত যুক্ত থাকে। যন্ত্রটির মধ্য দিয়া O_2 চালনার সহিত একই সময়ে তড়িৎ মোক্ষণ ঘটাইলে, অক্সিজেন আংশিক-ভাবে (25%) ওজোনে পরিণত হয় ও ওজোনিত অক্সিজেন নলপথে বহির্গত হয় (চিত্র 11.14)।



চিত্র নং 11.4

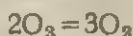
ওজোনিত অক্সিজেনকে তরল

বায়ুতে শীতল করিলে ওজোন অংশ অক্সিজেনের পূর্বেই তরল হয়। বায়ু (স্ফুটনাংক $-112^\circ C.$) ও এইভাবে উহা অক্সিজেন হইতে পৃথক করা যায়। তরল ওজোন উষ্ণ করিলেই, ওজোন বিস্ফোরকরূপে পাওয়া যায়।

□ ওজোনের ধর্ম :

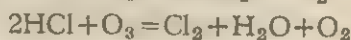
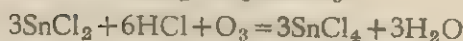
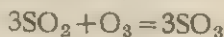
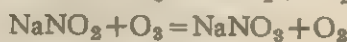
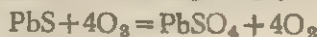
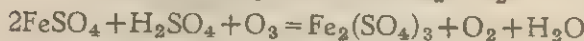
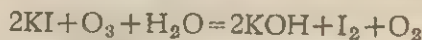
ভৌতধর্ম—ওজোন গ্যাসের অণু, তিনটি অক্সিজেন পরমাণুর সমবায় গঠিত ; ইহার সংকেত O_3 । সাধারণ উষ্ণতায় ইহা একটি নীলবর্ণ, আমিশ-গন্ধী গ্যাস। তরল অবস্থায় ইহা গাঢ় নীলবর্ণ, তীব্র চুষকধর্ম সম্পন্ন ও বিস্ফোরক পদার্থ। ইহা অক্সিজেন অপেক্ষা জলে অধিক দ্রাব্য ; সাধারণ উষ্ণতায় 100 মি. সি. জল 50 মি. সি. ওজোন দ্রবীভূত করে। অক্সিজেন দ্রবীভূত করে না এমন কিছু কিছু জৈব দ্রাবক (যেমন, CH_3COOH , CCl_4) ওজোন দ্রবীভূত করিতে পারে। বেশী মাত্রার ওজোনে শ্বাসগ্রহণ করিলে বিষক্রিয়া ঘটে।

রাসায়নিক ধর্ম—● ওজোন অস্থায়ী গ্যাস ; উষ্ণতায় ইহা বিযোজিত হইয়া অক্সিজেন গ্যাসে পরিণত হয়। $300^\circ C$ উষ্ণতায় বিযোজনটি সম্পূর্ণ হয়।

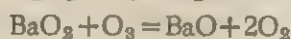
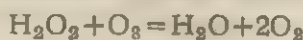


এই বিযোজনটি, নানা ধাতুচূর্ণ জাতীয় অস্থিটকের সাম্মিধ্যে দ্রুতগতিতে ঘটে।

- ওজোন একটি তীব্র জারক পদার্থ। ইহার জারণ ক্রিয়ার কিছু উদাহরণ—



- ওজোন কোন কোন ক্ষেত্রে বিজারক পদার্থরূপেও ক্রিয়া করে।

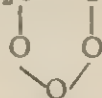


● সাধারণ অবস্থায় পারদ কাচপাত্রে রাখিলে, উহা পাত্রের গায়ে জমে না। ওজোনের সান্নিধ্যে পারদ কাচপাত্রের গায়ে লাগিয়া যায়। ওজোন নানা জৈব যৌগকেও জারিত করে; যেমন—রবার, নীল (indigo) প্রভৃতি জারিত হয়।

● ওজোন, অপূর্ণ জৈব যৌগের সহিত বিক্রিয়ায় যুত যৌগরূপে (additive compounds) ওজোনাইড উৎপন্ন করে।



ইথিলিন



ইথিলিন ওজোনাইড

□ ওজোনের ব্যবহার :

তীব্র জারণ ক্রিয়ার জন্য ইহা ● ভীবাণু নাশকরূপে ব্যবহৃত হয় ; ● পানীয় জল নির্বীজনে (sterilisation) ব্যবহৃত হয় ; ● বায়ু শোধনে ব্যবহৃত হয় ; ● জৈব রসায়নে, নিরীক্ষক রূপে ব্যবহৃত হয় ; ● বিরঙ্কক রূপে (bleaching) ব্যবহৃত হয়।

□ ওজোনের সংযুতি ও রেখাসংকেত :

ওজোনের একটি অণু, তিনটি অক্সিজেন পরমাণুর সমবায়ে গঠিত, ইহার আণবিক সংকেত O_3 ।

ইহার গঠন সংকেত—



□ হাইড্রোজেন পারক্সাইড ও ওজোনের তুলনা :

হাইড্রোজেন পারক্সাইড (H_2O_2) সুপরিচিত যৌগ জলের (H_2O) জারিত রূপ ; এবং ওজোন (O_3) সুপরিচিত মোল অক্সিজেনের (O_2) জারিত রূপ। উভয়েই অস্থায়ী ও জারক পদার্থরূপে ক্রিয়া করিয়া, যথাক্রমে স্থায়ী H_2O ও O_2 'তে পরিণত হয়।

ইহাদের প্রধান ধর্মগুলির তুলনামূলক তালিকা নিয়ে দেওয়া হইল—

	হাইড্রোজেন পারক্সাইড	ওজোন
● সংকেত	H_2O_2	O_3
● ভৌত ধর্ম	ফিকি নীল, কটুগন্ধী গাঢ় তরল পদার্থ।	নীল রঙের গ্যাস, আমিষ গন্ধী।
● দ্রাব্যতা	জলে সর্বসমাত্রায় দ্রাব্য ; কিছু কিছু জৈব দ্রাবকে দ্রাব্য।	জলে সামান্য দ্রাব্য ; CCl_4 , তাপিন তেলে দ্রাব্য।
● প্রকৃতি	জলীয় দ্রবণ মৃদু অম্লধর্মী যৌগ ; জলের জারিত রূপ। সহজেই বিয়োজিত হয়— $2H_2O_2 = 2H_2O + O_2$	জলীয় দ্রবণ প্রশম ; অক্সিজেনের রূপভেদ। সহজেই বিয়োজিত হয়— $2O_3 = 3O_2$.
● জারণ ধর্ম	শক্তিশালী জারক পদার্থ $2KI + 2HCl + H_2O_2 = I_2 + 2KCl + 2H_2O$ $PbS + 4H_2O_2 = PbSO_4 + 4H_2O$	শক্তিশালী জারক পদার্থ $2KI + H_2O + O_3 = I_2 + 2KOH + O_2$ $PbS + 4O_3 = PbSO_4 + 4O_2$
● বিজারণ ধর্ম	কোনো কোনো ক্ষেত্রে বিজারক $Ag_2O + O_2 = 2Ag + H_2O + O_2$	কোনো কোনো ক্ষেত্রে বিজারক $H_2O_2 + O_3 = H_2O + 2O_2$ $BaO_2 + O_3 = BaO + 2O_2$
● ধাতব মার্কারীর সহিত বিক্রিয়া	বিক্রিয়া নাই	বিক্রিয়াধীন কাচপাত্রে, মার্কারী আটকাইয়া যাইতে থাকে। I_2 বিমুক্ত হয় না।
● $KI + FeSO_4$ দ্রবণের সহিত বিক্রিয়া	I_2 বিমুক্ত হয়	I_2 বিমুক্ত হয় না।
● অম্লীকৃত $KMnO_4$ দ্রবণের সহিত বিক্রিয়া	দ্রবণ বর্ণহীন হয়	দ্রবণ বর্ণহীন হয় না।
● দ্রাব্য টাইটেনিয়াম লবণের সহিত বিক্রিয়া	কমলা বর্ণের দ্রবণ	বিক্রিয়া হয় না।
● অম্লীকৃত $K_2Cr_2O_7$ দ্রবণ + ইথার	ইথার স্তর নীল হয়	বিক্রিয়া হয় না।

প্রশ্নাবলী

- (a) জল হইতে হাইড্রোজেন প্রস্তুতির বিভিন্ন প্রক্রিয়াগুলি সংক্ষেপে বর্ণনা কর।
(b) নিম্নলিখিত ধাতু ও অধাতুগুলির সহিত জল কি কি অবস্থায় বিক্রিয়া করে :
 Na , Fe , C , Al ? বিক্রিয়াগুলির সমীকরণ লিখ।
- হাইড্রোজেনের পরীক্ষাগারে প্রস্তুতি বর্ণনা কর। ইহাকে কিসে বিশুদ্ধ করা যায় ? হাইড্রোজেনের কয়েকটি ভৌত ও রাসায়নিক ধর্ম বর্ণনা কর। হাইড্রোজেনের দুইটি ব্যবহার উল্লেখ কর।
- টীকা লিখ : (i) হাইড্রোজেন পরমাণু ও হাইড্রোজেন আয়ন, (ii) ড্রাইটেরিয়াম, (iii) ট্রাইটিয়াম, (iv) অর্থো ও পারা হাইড্রোজেন (v) হাইড্রাইড, (vi) হাইড্রোজেন অস্থিতি।
- নিম্নলিখিত সিদ্ধান্তগুলি যথাযথ কি না আলোচনা কর :—
(i) সকল ধাতু অম্ল হইতে হাইড্রোজেন বিমুক্ত করে।
(ii) ইলেকট্রনীয় বিচারে কোনো কোনো ক্ষেত্রে হাইড্রোজেন একটি জারক পদার্থের ভূমিকাও গ্রহণ করে।
(iii) তড়িৎ বিশ্লেষ সকল হাইড্রোজেন যৌগ হইতেই তড়িৎ বিশ্লেষণে হাইড্রোজেন ক্যাথোডে বিমুক্ত হয়।
- (i) জল হইতে, (ii) অম্ল অ্যান্দিড লবণ হইতে (iii) অক্সাইড যৌগ হইতে—অক্সিজেন প্রস্তুতির একটি করিয়া উদাহরণ সমীকরণ সহযোগে লিখ। অক্সিজেনের গুরুত্বপূর্ণ কয়েকটি ভৌত ও রাসায়নিক ধর্ম আলোচনা কর।
- অক্সিজেনের শিল্পপ্রস্তুতি কিভাবে করা হয় ? অক্সিজেনের কয়েকটি ব্যবহার লিখ।
- অম্লঘটক কি ? পরীক্ষাগারে অক্সিজেন প্রস্তুতির পদ্ধতি চিত্রযোগে আলোচনা কর। ইহাতে কি অম্লঘটক ব্যবহৃত হয় এবং ব্যবহৃত অম্লঘটকটি যে সভ্য অম্লঘটক কিসে প্রমাণ করা যাইবে ?
- খরজল ও সুতজল কাহাকে বলে ? জলের খরতার কারণ কি ? স্থায়ী খরজলকে সুতজলে পরিণত করা যায় এমন দুইটি পদ্ধতি আলোচনা কর।
- সংক্ষিপ্ত টীকা লিখ :—(i) পানীয় জল (ii) পাতিত জল (iii) অতিপাতিত জল (iv) বয়লারের জল (v) লবণমুক্ত জল (demineralised water) (vi) ক্যালগন পদ্ধতি (vii) পারমুটিট ও জিওলাইট (viii) আয়ন বিনিময়কারী রেজিন।
- জলের সহিত বিভিন্ন ধাতু ও অধাতুর বিক্রিয়া সমীকরণ যোগে আলোচনা কর। বিশুদ্ধ জলের নিরীক্ষা কি ?
- আর্দ্রবিশেষ কাহাকে বলে ? নিম্নলিখিত যৌগগুলির সহিত জলের বিক্রিয়া ঘটিবার পর দ্রবণে লিটমাস দিলে কিরূপ বর্ণ পরিবর্তন ঘটিবে—
 CaCl_2 , Mg_3N_2 , PCl_3 , SO_2 , Cl_2 , ইক্ষুশর্করা ($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$), AlCl_3 ।
- জলের সংযুতি নির্ধারণের চক্রে (i) একটি ওজনমাত্রিক প্রণালী, (ii) একটি আয়তনমাত্রিক প্রণালী বিবরণ বর্ণনা কর।
- পরীক্ষাগারে হাইড্রোজেন পারক্সাইড কিরূপে প্রস্তুত হয় বর্ণনা কর। হাইড্রোজেন পারক্সাইডের গুরুত্বপূর্ণ ভৌত ও রাসায়নিক ধর্মগুলির সংক্ষিপ্ত আলোচনা কর।
- হাইড্রোজেন পারক্সাইডের শিল্প প্রস্তুতি কিরূপে করা হয় ? ইহার কয়েকটি ব্যবহার উল্লেখ কর। ইহার রেখা সংকেত কি ?
- ‘পারহাইড্রল’ কাহাকে বলে ? হাইড্রোজেন পারক্সাইডের শক্তি মাত্রা কিরূপে প্রকাশ করা হয় ? ‘20-আয়তন H_2O_2 ’ অর্থ শতকরা কত মাত্রা H_2O_2 ?
- পরীক্ষাগারে ওজোন প্রস্তুতির একটি পদ্ধতি বর্ণনা কর। ওজোনের কয়েকটি গুরুত্বপূর্ণ ভৌত ও রাসায়নিক ধর্ম বিবৃত কর। ওজোনের রেখা সংকেত কি ?
- ‘বহুরপতা’ কাহাকে বলে ? ওজোনে অক্সিজেনের রূপভেদ বলা হয় কেন ? জারক ও বিজারক রূপে ওজোনের বিক্রিয়া অন্ততঃ দুইটি করিয়া উল্লেখ কর। ওজোনের কয়েকটি ব্যবহার উল্লেখ কর।
- হাইড্রোজেন পারক্সাইড ও ওজোনের গুরুত্বপূর্ণ ধর্মগুলির একটি তুলনামূলক আলোচনা কর ?

বায়ু : নাইট্রোজেন

বায়ুর উপাদান—প্রকৃতি—সংযুতি—ধর্ম।
নাইট্রোজেনের প্রকৃতি—ধর্ম—বিক্রিয়া ও ব্যবহার।

বায়ু (Air)

পৃথিবীপৃষ্ঠ হইতে উর্ধ্বে প্রায় পঞ্চাশ মাইল পর্যন্ত বিস্তৃত যে গ্যাসমিশ্রের স্তর পৃথিবীকে আবৃত করিয়া রাখিয়াছে, এই গ্যাসমিশ্রকে বায়ু (air) এবং সমগ্র স্তরটিকে বায়ুমণ্ডল (atmosphere) বলা হয়। বায়ুমণ্ডলের ঘনত্ব পৃথিবী পৃষ্ঠে সর্বাধিক এবং ভূতল হইতে উন্নতি (altitude) যত বাড়ে, বায়ুর পরিমাণ এবং ঘনত্ব তত কমে। ভূতলে উপরিঞ্চ বায়ুস্তরের জ্ঞাত একটি চাপ পড়ে; এই চাপের পরিমাণ প্রতি বর্গ ইঞ্চিতে প্রায় 14 পাউণ্ড। জলের ন্যায় বায়ুও জীবনধারণের অপরিহার্য উপাদান।

বায়ুর অস্তিত্বের জ্ঞানই পৃথিবীতে উদ্ভিদ ও প্রাণীর প্রাণের উদ্ভব ও বিকাশ সম্ভব হয়। অত্যাচ্ছ গ্রহে বা উপগ্রহে বায়ুর পরিমাণের সঠিক অস্তিত্ব প্রমাণিত হয় নাই বলিয়া, অনুমান করা হয়, এই সব গ্রহে বা উপগ্রহে প্রাণের অস্তিত্ব নাই।

অষ্টাদশ শতাব্দীর শেষভাগে ল্যাভোয়্যাসিয়ে ও অন্যান্য বিজ্ঞানীরা প্রমাণ করেন, বায়ু বিভিন্ন গ্যাসের একটি সামান্য মিশ্র। সামান্য মিশ্র বলিয়া পৃথিবীর একই তলে বিভিন্ন অংশের বা বিভিন্ন তলের বিভিন্ন অংশের বায়ুর মধ্যে মিশ্র উপাদানগুলির মাত্রা সামান্য কমবেশী হয়। কিন্তু সাধারণভাবে ভূতলের নানা অংশের বায়ুর মধ্যে মিশ্র উপাদানগুলির গড় শতকরা মাত্রা মোটামুটি একটি সীমার মধ্যে বর্তমান থাকে।

□ বায়ুর উপাদান :

বায়ুর মূল উপাদান ● নাইট্রোজেন, ● অক্সিজেন, ● নিষ্ক্রিয় গ্যাস (মূলত আর্গন*), ● কার্বন ডায়ক্সাইড ও ● জলীয় বাষ্প। ইহা ছাড়া অতি স্বল্প মাত্রায় ওজোন, অ্যামোনিয়া, নাইট্রাস ও নাইট্রিক অ্যাসিড, সালফার ডায়ক্সাইড এবং ভাসমান ধূলিকণা ও কার্বন বায়ুতে বর্তমান থাকিতে দেখা যায়। আবর্জনা ও কলকারখানার জ্ঞাত শহরাঞ্চলের বায়ুতে নানা রাসায়নিক গ্যাস মিশ্রিত হইয়া বায়ুকে কন্ট্রিমিত (air pollution) করে।

* নিষ্ক্রিয় গ্যাসবর্গের মধ্যে আয়তন অনুপাতে আর্গন—0.923%, নিয়ন—0.0018%, হিলিয়াম—0.0005%, ক্রিপটন—0.001% ও জেনন—0.000009% থাকে।

মোটামুটিভাবে বায়ুর উপাদানগুলির শতাংশিক আয়তন ও ওজন নিম্নরূপ :

উপাদান	শতাংশিক আয়তন	শতাংশিক ওজন
নাইট্রোজেন	78.06	75.5
অক্সিজেন	21.00	23.2
নিষ্ক্রিয় গ্যাসবর্গ	0.94	1.3
কার্বন ডায়ক্সাইড	0.04	
জলীয় বাষ্প	অনিদিষ্ট	অনিদিষ্ট

সাধারণভাবে বায়ু—4 ভাগ নাইট্রোজেন ও 1 ভাগ অক্সিজেনের মিশ্র বলিয়া গণ্য করা যায়।

□ বায়ু সামান্য মিশ্র, রাসায়নিক যোগ নয় :

বায়ুর মূল দুইটি উপাদান নাইট্রোজেন ও অক্সিজেন যে রাসায়নিক যোগ গঠনের পরিবর্তে, সামান্য মিশ্র রূপে বায়ুতে বর্তমান থাকে, তাহার স্বপক্ষে নিম্নলিখিত যুক্তিগুলির উল্লেখ করা যায় :

● বায়ুর উপাদানগুলির মোটামুটি গড় মাত্রা নির্দিষ্ট হইলেও, স্থানভেদে ঐ মাত্রাগুলি কমবেশী দেখা যায়। বায়ু রাসায়নিক যোগ হইলে স্থিরাবস্থাপাত সূত্র অনুসারে, উপাদানগুলির মাত্রা অবশ্যই নিত্য হইত।

● 4 ভাগ নাইট্রোজেন ও 1 ভাগ অক্সিজেন মিশ্রিত করিয়া সামান্য মিশ্র প্রস্তুতকালে কোন তাপের বা আয়তনের পরিবর্তন ঘটে না এবং এইভাবে প্রস্তুত সামান্য মিশ্র সাধারণ বায়ুর সহিত ধর্ম অভিন্ন বলিয়া দেখা যায় ; বায়ু রাসায়নিক যোগ হইলে, গ্যাস দুইটি মিশ্রণ করিয়া বায়ু প্রস্তুতকালে তাপ বা আয়তনের পরিবর্তন ঘটিত।

● বায়ুর মধ্যে মোল নাইট্রোজেন ও মোল অক্সিজেনের পৃথক পৃথক নিজস্ব ধর্মগুলি বজায় থাকে ; বায়ু রাসায়নিক যোগ হইলে, নাইট্রোজেন ও অক্সিজেনের মোলধর্ম অপরিবর্তিতরূপে দেখা যাইত না।

● বায়ুর মোল উপাদান দুইটির ব্যাপন ও দ্রবণের হার পৃথক ; বায়ুর ব্যাপন কালে দেখা যায়, লঘু নাইট্রোজেন অংশের দ্রুত ব্যাপন ঘটে এবং অবশিষ্ট অংশের মধ্যে অক্সিজেনের গাঢ়তা বৃদ্ধি পায় ; দ্রবণকালে বায়ুর অক্সিজেন অংশ অধিকতর দ্রবীভূত হয়, অবশিষ্টাংশে নাইট্রোজেনের গাঢ়তা বৃদ্ধি পায়। বায়ু রাসায়নিক যোগ হইলে—পৃথক পৃথক ভাবে উপাদানগুলির ব্যাপন ও দ্রবণ ঘটিত না।

● তরল বায়ুকে ধীরে ধীরে বাষ্পীভবন করিলে দেখা যায় যে, প্রথম উদ্বায়ী অংশটি নাইট্রোজেন ও পরের উদ্বায়ী অংশটি অক্সিজেন। বায়ু রাসায়নিক যোগ হইলে উপাদানগুলির এইরূপ পৃথক বাষ্পীভবন ঘটিত না।

● বায়ুর উপাদানগুলির ওজনমাত্রিক অনুপাত $N_2 : O_2 = 75.5 : 23.2$

$$\therefore \frac{\text{নাইট্রোজেনের পরমাণু সংখ্যা}}{\text{অক্সিজেনের পরমাণু সংখ্যা}} = \frac{75.5/14}{23.2/16} = \frac{15}{4}$$

অতএব বায়ু রাসায়নিক যৌগ হইলে স্থূল সংকেত $N_{15}O_4$ । ইহার প্রকৃত আণবিক সংকেত $(N_{15}O_4)_x$ । ধরা যাক, $x=1$ বা আণবিক সংকেত— $N_{15}O_4$ ।

$N_{15}O_4$ অণুর আণবিক ওজন 274; সুতরাং বায়ুর বাষ্প ঘনত্ব হওয়া উচিত 137। (‘ $\therefore M=2 \times D$ অ্যাভোগাড্রো’)। কিন্তু বায়ুর প্রকৃত বাষ্প ঘনত্ব 14.4।

নাইট্রোজেনের বাষ্প ঘনত্ব 14 এবং অক্সিজেনের বাষ্প ঘনত্ব 16। বায়ু নাইট্রোজেনের ও অক্সিজেনের 4 : 1 অত্বপাতের মিশ্র ধরিলে, মিশ্রটির বাষ্প ঘনত্ব, গণনামুসারে—

$$100 \times d = 80 \times 14 + 20 \times 16 \quad (d = \text{বায়ুর বাষ্প ঘনত্ব})$$

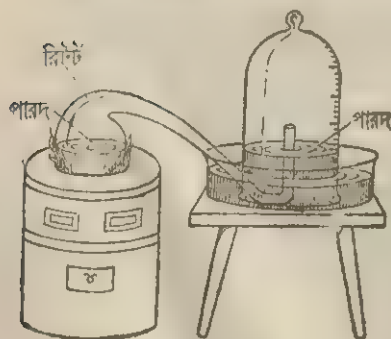
$$\text{বা } d = 14.4$$

এই গণিত ঘনত্বটি বায়ুর প্রকৃত ঘনত্বের সমান। অতএব বায়ু নাইট্রোজেন ও অক্সিজেনের সামান্য মিশ্র।

□ বায়ুর সংযুতি নির্ধারণের পরীক্ষা :

ল্যাবোয়াসিয়ের পরীক্ষা—ল্যাবোয়াসিয়ে বায়ুর সংযুতি নির্ধারণের জন্য কয়েকটি পরীক্ষা করেন। একটি পরীক্ষায়, 12.1 নং চিত্রানুযায়ী একটি রিটট লওয়া হয়; রিটটের মধ্যে কিছু পারদ থাকে। রিটটের গ্রীবাটি একটি উপুড় করা রেখাঙ্কিত (graduated) বেলজারের নীচে সংলগ্ন থাকে। বেলজারটি পারদপূর্ণ করিয়া একটি পারদাধারের উপর স্থাপন করা হয়, এবং পরে পারদের অপসারণ দ্বারা উহাতে কিছু বায়ু সংগ্রহ করা হয় ও এই অবস্থায় রিটট গ্রীবাটি উহার নীচে সংলগ্ন করা হয়। সংগৃহীত বায়ুর আয়তন, বেলজারের রেখাঙ্কনের পাঠ হইতে জানা যায়।

এখন রিটটটিকে প্রায় 12 দিন অবিরত উত্তপ্ত রাখা হইলে দেখা যায়, রিটটের পারদতলের উপর কিছু লাল ভাসমান পদার্থ সৃষ্টি হইয়াছে ও বেলজারের বায়ুর আয়তন কমিয়া উহার পারদতল উপরে উঠিয়াছে। পরীক্ষাশেষে অবশিষ্ট বায়ুর আয়তন বেলজারের রেখাঙ্কনের পাঠ হইতে দেখা যায়, উহা গৃহীত আদি আয়তনের $\frac{1}{8}$ । সিদ্ধান্ত করা যায়, বেলজারের বায়ুর $\frac{1}{8}$ অংশ এমন কোন গ্যাস যাহা পারদের সহিত বিক্রিয়া করিয়া পূর্বোক্ত ভাসমান লাল পদার্থ সৃষ্টি করিয়াছে এবং বেলজারের অবশিষ্ট $\frac{7}{8}$ অংশ এমন কোন গ্যাস যাহা পারদের সহিত বিক্রিয়াহীন।



চিত্র নং 12.1

ভাসমান লাল পদার্থসহ পারদযুক্ত রিটর্টকে পৃথক করিয়া, সম্পূর্ণ পারদপূর্ণ বেলজারের নীচে উহার গ্রীবাকে আবার স্থাপন করিয়া, পুনরায় রিটর্টটিকে দীর্ঘকাল উত্তপ্ত করিলে দেখা যায়, ভাসমান লাল পদার্থটি ধীরে ধীরে বিঘোজিত হইয়া পারদে পরিণত হয় এবং বেলজারে একটি গ্যাস ধীরে ধীরে পারদের অপসারণ দ্বারা জমিতে থাকে। বেলজারে সংগৃহীত গ্যাসের আয়তন দেখা যায়, উহা পূর্বোক্ত পরীক্ষার মোট গৃহীত বায়ুর আয়তনের $\frac{1}{5}$ অংশ। সিদ্ধান্ত করা যায়, পূর্ব পরীক্ষায় বায়ুর যে $\frac{1}{5}$ অংশ পারদের সহিত যুক্ত হইয়াছিল, উহাই দ্বিতীয় পরীক্ষায় আবার উৎপন্ন হইয়াছে।

পরীক্ষায় আরও দেখা যায়, পূর্ব পরীক্ষার বায়ুর অবশিষ্ট $\frac{4}{5}$ অংশটি এমন একটি গ্যাস যাহা দাহণ নয় বা দহনের সহায়কও নয়, কিন্তু তীব্র উত্তপ্ত Mg -এর সহিত বিক্রিয়া করে; সুতরাং এই গ্যাসটি নাইট্রোজেন— $3Mg + N_2 = Mg_3N_2$ । আবার পরের পরীক্ষায় উদ্ধৃত $\frac{1}{5}$ অংশ গ্যাস, এমন একটি গ্যাস যাহা দাহন নয় কিন্তু দহনের সহায়ক এবং জলন্ত নিস্পন্দ কাঠিকে পুনঃপ্রজ্জ্বলিত করে; সুতরাং এই গ্যাসটি অক্সিজেন।

অতএব পরীক্ষাটি হইতে এই সিদ্ধান্তে উপনীত হওয়া যায় যে বায়ু N_2 ও O_2 এর মিশ্র এবং ইহাদের মিশ্রণের আয়তন অনুপাত 4 : 1।

বায়ুর সংযুতি নির্ধারণের দ্বয় দুই প্রকার পদ্ধতি অনুসৃত হয়—

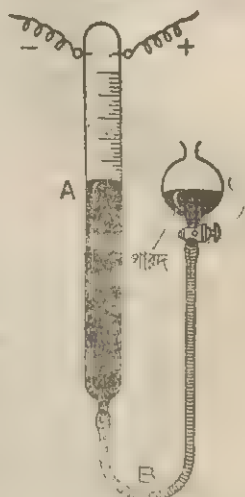
(i) আয়তনমাত্রিক পদ্ধতি, (ii) ওজনমাত্রিক পদ্ধতি।

আয়তনমাত্রিক পদ্ধতিগুলির মধ্যে (i) ফসফোরাসের দহন ক্রিয়া পরীক্ষা, [নাইট্রোজেন প্রস্তুতির মধ্যে আলোচনা করা হইয়াছে; পরে দ্রষ্টব্য।]

(ii) ফারাস পাইরোগ্যালোট পদ্ধতি ও (iii) ইউডিয়োমিটার পদ্ধতি—সাধারণত অনুসৃত হয়।

● ফারাস পাইরোগ্যালোট পরীক্ষা—এই পরীক্ষায় একটি রেখাংকিত একমুখ বন্ধ কাচের নলে কিছু কঠিক সোডা ও পাইরোগ্যালিক অ্যাসিড মিশ্র লইয়া, নলটিকে ছিপি বন্ধ করিয়া উত্তমরূপে বাকানো হয়; ইহার ফলে, বায়ুর অক্সিজেন অংশ অ্যাসিড মিশ্রে শোষিত হইয়া যায়। পরে নলটিকে উপড় করিয়া উহার মুখটি একটি জলাধারে স্থাপন করিয়া ছিপিটি খুলিয়া লইলে শোষিত অক্সিজেনের শূন্যস্থান পূরণ করিতে, আধার হইতে জল কাচনলে উঠিয়া আসে। দেখা যায় উঠিয়া আসা জলের আয়তন, সমগ্র নলটির $\frac{1}{5}$ ভাগ। অতএব বায়ুর মধ্যে $\frac{1}{5}$ ভাগ আয়তন অক্সিজেন থাকে (এবং বাকী $\frac{4}{5}$ অংশটি থাকে নাইট্রোজেন)। অর্থাৎ বায়ুর উপাদান $N_2 : O_2 :: 4 : 1$ ।

● **ইউডিমোমিটার পদ্ধতি**—এই পদ্ধতিতে 12'2 নং চিত্রানুযায়ী যন্ত্রসজ্জা ব্যবহৃত হয়। চিত্রে A একটি রেখাকিত একমুখ বন্ধ নল ও ইহার মধ্যে দুইটি তড়িৎবাহী তার যুক্ত থাকে। A নলটি, রবার নল B যোগে—পারদপূর্ণ C গোলকটির সঙ্গে যুক্ত থাকে। পরীক্ষার পূর্বে, A নলে কোন পরিমাণ বায়ু (ধরা যাক 10 সি. সি.) ও অর্ধপরিমাণ H_2 (ধরা যাক 5 সি. সি.) লওয়া হয় এবং তার দুইটির মধ্য দিয়া তড়িৎ চালনা করা হয়। ফলে বায়ুর মধ্যস্থ অক্সিজেনের সহিত, গৃহীত হাইড্রোজেনের তড়িৎ-ক্ষুদ্রিকের সাহায্যে বিস্ফোরণ ঘটে ও জল উৎপন্ন হয়। উৎপন্ন জলের (তরল) আয়তন নগণ্য বলিয়া A নলে একটি আয়তনিক সংকোচন লক্ষ্য করা যায়। পরীক্ষাশেষে A নলে অবশিষ্ট গ্যাসের আয়তন মাপা হয় (ধরা যাক 9 সি. সি.)।



চিত্র নং 12'2

গৃহীত বায়ু ও হাইড্রোজেনের আয়তন $10 + 5 = 15$ সি. সি.
বিস্ফোরণের ফলে সংকোচন ঘটিয়া শেষ আয়তন = 9 সি. সি.

সংকোচনের পরিমাণ = 6 সি. সি.



অতএব সংকোচনের $\frac{1}{3}$ অংশ = অক্সিজেনের আয়তন

∴ পরীক্ষায়, বায়ুর মধ্যস্থ অক্সিজেনের আয়তন ছিল = $6 \times \frac{1}{3} = 2$ সি. সি.

সুতরাং হাইড্রোজেনের আয়তন ছিল = $10 - 2 = 8$ সি. সি.

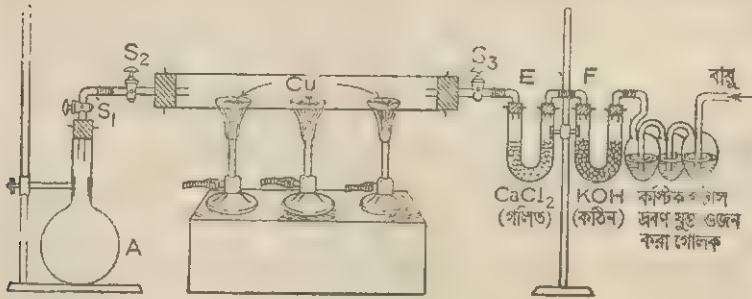
অতএব বায়ুতে আয়তনিক অনুপাতে $N_2 : O_2 = 4 : 1$ ।

● **ওজনমাত্রিক পদ্ধতি**—ডুমার পদ্ধতি—এই পদ্ধতিতে 12'3 নং চিত্রানুযায়ী যন্ত্রসজ্জা ব্যবহৃত হয়।

এই সজ্জায় A একটি স্টপকক যুক্ত গোলক। B একটি দহন-নল। ইহার মধ্যে কপারকুচি পূর্ণ কয়েকটি পোসিলেন বাটি থাকে। B'র দুই প্রান্তের দুইটি নলই স্টপককযুক্ত। E, গলিত $CaCl_2$ -পূর্ণ একটি U-নল; F, কঠিন KOH-পূর্ণ একটি U নল; F-এর পরবর্তী অংশ, KOH দ্রবণ-পূর্ণ কয়েকটি গোলক সমষ্টি।

পরীক্ষার পূর্বে A, B, ও E, F, এবং কঠিক পটাস দ্রবণ-যুক্ত গোলক অংশগুলিকে পৃথক করা হয় এবং বায়ুশূন্য অবস্থায় পৃথক পৃথক A ও B'র ওজন লওয়া হয়। ওজনের পরে S_1, S_2, S_3 স্টপককগুলি বন্ধ রাখিয়া A ও B অংশ যুক্ত করা হয় ও B

দহন-নলটিকে তীব্র উত্তপ্ত করা হয়। এখন E, F, ও কষ্টিক পটাস দ্রবণযুক্ত গোলক



চিত্র নং 12'3

অংশ, B-র দক্ষিণ প্রান্তে যুক্ত করিয়া ও দক্ষিণ প্রান্তের নলটির খোলা মুখ দিয়া বায়ু চালনা করা হইতে থাকে এবং S_3 , S_2 ও S_1 স্টপকক্ খুলিয়া দেওয়া হয়। কষ্টিক পটাস গোলকে প্রবিষ্ট বায়ু শুষ্ক হইয়া B-নলে প্রবিষ্ট হয় ও উত্তপ্ত Cu-এর সহিত যুক্ত হইয়া Cu-কে CuO রূপে পরিণত করে ; বায়ুর নাইট্রোজেন অংশ A গোলকে গিয়া জমিতে থাকে।

পরীক্ষাশেষে S_3 স্টপকক্ বন্ধ করিয়া A ও B-কে একত্রে ওজন করা হয়। পরে S_2 ও S_1 স্টপকক্ বন্ধ করিয়া, A-কে আলাদা করিয়া আবার উহার ওজন লওয়া হয়। এখন কয়েকটি গণনায় বায়ুর অক্সিজেন ও নাইট্রোজেনের ওজন জানা যায়।

ধরা যাক A'র বায়ুশূন্য আদি ওজন = a গ্রাম

B'র বায়ুশূন্য আদি ওজন = b গ্রাম

পরীক্ষাশেষে বায়ুশূন্য করিয়া B'র শেষ ওজন = c গ্রাম

\therefore শোষিত অক্সিজেনের ওজন = $c - b$ গ্রাম

পরীক্ষা শেষে A'র ওজন = d গ্রাম

\therefore A গোলকে নাইট্রোজেনের ওজন = $d - a$ গ্রাম

পরীক্ষাশেষে A ও B'র একত্রে ওজন = e গ্রাম

\therefore A ও B-তে মোট নাইট্রোজেন ও অক্সিজেনের পরিমাণ = $e - (a + b)$

A ও B-তে মোট নাইট্রোজেনের পরিমাণ = $[e - (a + b) - (c - b)]$ গ্রাম
 $= e - a - b - c + b = e - a - c$

অতএব বায়ুতে নাইট্রোজেন ও অক্সিজেনের ওজন অনুপাত—

$$N_2 : O_2 = e - a - c : c - b$$

প্রকৃত পরীক্ষার ফলে দেখা যায় : $N_2 : O_2 = 77.08 : 22.92$.

অতএব, ওজন অনুপাতে বায়ুর সংযুতি $N_2 : O_2 = 77 : 23$ (প্রায়)।

□ বায়ুর ধর্ম :

ভৌত ধর্ম—বায়ু মূলত নাইট্রোজেন, অক্সিজেন, কার্বন ডায়ক্সাইড ও জলীয় বাষ্পের একটি সামান্য মিশ্র। ইহার 1 লিটারের ওজন = 1.293 গ্রাম এবং বাষ্পঘনত্ব 14.4 (H=1)। ইহা জলে স্বল্প দ্রাব্য। ইহা -193°C -এ তরল আকার ধারণ করে।

বায়ুর উপাদানগুলির ঘন আস্তরণের ফলেই (i) সূর্যের ক্ষতিকর অতি বেগুণী রশ্মি শোষিত হয়; (ii) কুপরিবাহী বলিয়া তীব্র তড়িৎ মোক্ষণ রোধ হয়; (iii) মেঘ বৃষ্টি সম্ভব হয়; (iv) প্রাণী ও উদ্ভিদের জীবনচক্র সম্ভব হয়। বায়ুর জলে দ্রাব্যতার জন্য জলজ প্রাণী ও উদ্ভিদের জীবনের অস্তিত্ব সম্ভব হয়।

বায়ুর অক্সিজেন উপাদানটি—প্রাণীজগতের নিঃশ্বাসরূপে গৃহীত হইয়া CO_2 রূপে পরিত্যক্ত হয়। এই উপাদানটির জন্য দাড়া বস্তুরও দহন সম্ভব হয়।

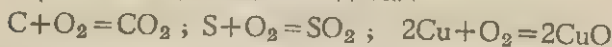
বায়ুর নাইট্রোজেন উপাদানটি—লঘুকারকরূপে (diluent), প্রাণীর শ্বাস গ্রহণের জন্য প্রয়োজনীয় অক্সিজেন অংশটিকে শ্বাস গ্রহণোপযোগী করিয়া তোলে। এই উপাদানটি নানা পরোক্ষ পথে, প্রাণী ও উদ্ভিদদেহে জৈব কোষের প্রয়োজনীয় যৌগগুলি—যেমন, অ্যামিনো-অ্যাসিড ও প্রোটিন গড়িয়া তোলে। আবার প্রাণী-দেহের অবশেষগুলি, নাইট্রোজেনে বিযুক্ত হইয়া বায়ু ও নাইট্রোজেন অংশের সাম্য বজায় রাখে।

বায়ুর কার্বন ডায়ক্সাইড উপাদানটি—উদ্ভিদদেহে ক্লোরোফিল যৌগ ও আলোকের সান্নিধ্যে বিভাজিত হইয়া উদ্ভিদের পুষ্টির কার্বনের যোগান দেয় ও বিমুক্ত অক্সিজেন বায়ুর অক্সিজেন অংশের সাম্য বজায় রাখে।

বায়ুর জলীয় বাষ্প উপাদানটি—বায়ুর অক্সিজেনকে আর্দ্র করিয়া শ্বাস গ্রহণের উপযোগী করিয়া তোলে। এই উপাদানটি—মেঘ ও পরে ধূলিকণার সান্নিধ্যে বৃষ্টির উৎপত্তির কারণ।

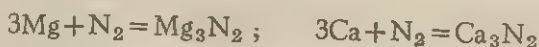
রাসায়নিক ধর্ম—বায়ুর রাসায়নিক ধর্ম বস্তুত উহার উপাদানগুলির পৃথক পৃথক রাসায়নিক ধর্মের সমষ্টি। বায়ুর অক্সিজেনের জন্য—

- বায়ু নানা বস্তুর দহনে অক্সাইড উৎপন্ন করে।

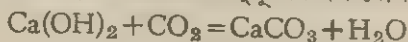


- নাইট্রিক অক্সাইডের সহিত গাঢ় বাদামী বর্ণের নাইট্রোজেন পারক্সাইড গ্যাস উৎপন্ন করে। $2\text{NO} + \text{O}_2 = 2\text{NO}_2$

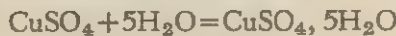
- বায়ুর নাইট্রোজেনের জন্য, বায়ু Mg, Al, ও Ca-এর সহিত উচ্চতাপে, নাইট্রাইড যৌগ গঠন করে।



- বায়ুর কার্বন ডায়ক্সাইডের জন্য বায়ু চুনের জল ঘোলা করে।



● বায়ুর জলীয় বাষ্পের জন্ম, বহু নিরুদক, বায়ুর সংস্পর্শে সৌদক যোগে পরিণত হয় এবং উদ্‌গ্রাহী (deliquescent) পদার্থগুলি জল শোষণ করে—



□ বায়ুর ব্যবহার :

- দহনে ও ধাতু শিল্পে বায়ু—অক্সিজেন উৎসরূপে ব্যবহৃত হয়। ● HNO_3 , H_2SO_4 প্রভৃতির শিল্প প্রস্তুতিতে বায়ু—অক্সিজেন উৎসরূপে ব্যবহৃত হয়।
- প্রকৃতিতে, প্রাণী ও উদ্ভিদের জীবনধারণের উপাদানরূপে, বায়ু ব্যবহৃত হয়।

সংকেত—N

অণু— N_2

পরমাণু ক্রমাংক—7

পারমাণবিক ওজন—14

সংবহিত কক্ষের ইলেকট্রন সজ্জা $2s^2 2p^3$

যোজ্যতা (সাধারণ)—3, 5

নাইট্রোজেন
(Nitrogen)

হাইড্রোজেন ও হিলিয়ামের পরই প্রাকৃতিক মৌলগুলির মধ্যে লঘু গ্যাস—নাইট্রোজেন। বায়ুর প্রধান উপাদান ছাড়াও, প্রকৃতিতে নাইট্রোজেন জীবকোষের একটি অনিবার্য উপাদান ; ইহা জীবদেহে অ্যামিনো অ্যাসিড ও প্রোটিন রূপে বর্তমান থাকে। উদ্ভিদ ও প্রাণীর খাদ্যরূপে, নাইট্রোজেন যোগ অবশ্য প্রয়োজনীয়। খনিজে—নাইট্রোজেন, নানা নাইট্রেট লবণরূপে পাওয়া যায় ; যেমন সোরা বা নাইটার (nitre বা KNO_3) ; সল্টপিটার (salt petre বা NaNO_3) ইত্যাদি। NO , NH_3 প্রভৃতি যৌগগুলিও প্রকৃতিতে সামান্য পরিমাণে দেখা যায়।

শীলে (1733) প্রথম নাইট্রোজেনের পৃথক গ্যাসীয় অস্তিত্ব অনুমান করেন ; একই কালে, ড্যানিয়েল রাডারফোর্ড প্রথম নাইট্রোজেন গ্যাস রাসায়নিক উপায়ে প্রস্তুত করেন। ল্যাভোয়্যাসিয়ে (1775) ইহার নানা ধর্ম অনুশীলন করেন। সোরার উৎপাদক বলিয়া ‘নাইট্রোজেন’ নামটি প্রথম প্রস্তাব করেন, চ্যাপটাল (1823)।

□ নাইট্রোজেনের প্রস্তুতি :

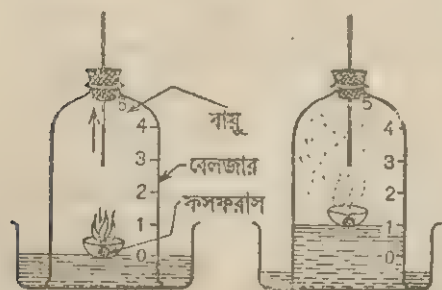
নাইট্রোজেন প্রস্তুতির মূল উৎস (i) বায়ু ও (ii) নাইট্রোজেন যৌগসমূহ।

বায়ু হইতে নাইট্রোজেনের প্রস্তুতি :

- বায়ুকে — 196°C উষ্ণতায় শীতল করিলে তরল বায়ু পাওয়া যায়। তরল বায়ুকে সতর্কভাবে অংশিক পাতন করিলে প্রথম উদ্বায়ী অংশে নাইট্রোজেন (ফুটনাংক— 195.7°C) পাওয়া যায় ; অবশিষ্ট তরল অংশে তরল অক্সিজেন (ফুটনাংক— 182.9°C) থাকে।

● বায়ু হইতে অক্সিজেন অংশকে—(i) আর্দ্র লৌহচূর্ণ, (ii) ক্ষারীয় পাইরোগ্যালোট দ্রবণ, (iii) অক্সীকৃত ক্রোমাস ক্রোরাইড দ্রবণ, (iv) অ্যামোনিয়াযুক্ত কিউপ্রাস ক্রোরাইড দ্রবণ, (v) উত্তপ্ত Cu ও (vi) উত্তপ্ত P দ্বারা শোষণ করিলে, অবশিষ্ট রূপে নাইট্রোজেন পাওয়া যায়।

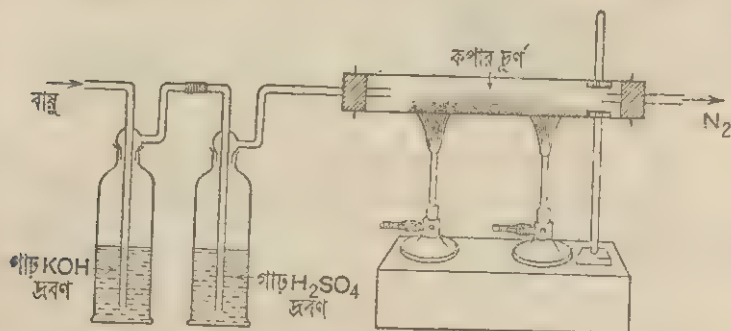
পরীক্ষা 1. একটি জলাধারের উপর ভাসমান একটি ক্ষুদ্র পোসিলিন বাটিতে কিছু সাদা ফসফরাস লওয়া হয়। ঐ ফসফরাসে একটি উত্তপ্ত তার স্পর্শ করিয়াই



চিত্র নং 12'4

পরীক্ষাযোগে প্রমাণ করা যায়। এই পরীক্ষাটি ইহাও প্রমাণ করে যে, বায়ুর $\frac{1}{5}$ অংশ নাইট্রোজেন ও $\frac{4}{5}$ অংশ অক্সিজেন।

পরীক্ষা 2. 12'5 নং চিত্রের যন্ত্রসজ্জা অনুযায়ী একটি আগমনলযোগে বায়ু প্রথমত গাঢ় কষ্টিক পটাস দ্রবণ (ইহা CO_2 শোষণ করে) ও পরে গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড দ্রবণের (ইহা জলীয় বাষ্প শোষণ করে) মধ্য দিয়া চালনা করিয়া,

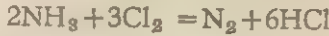


চিত্র নং 12 5

উত্তপ্ত কপার চূর্ণযুক্ত একটি দহন-নলের মধ্য দিয়া প্রবাহিত করিলে (Cu চূর্ণ অক্সিজেন শোষণ করিয়া CuO হয়), নির্গম-নল দিয়া নাইট্রোজেন গ্যাস বাহির হইয়া আসে।

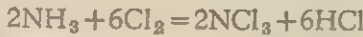
□ যৌগ হইতে নাইট্রোজেনের প্রস্তুতি :

● নাইট্রোজেনের নানা যৌগ হইতে নাইট্রোজেন প্রস্তুত করা যায়। অতিরিক্ত অ্যামোনিয়ার সহিত ক্লোরিন গ্যাসের বিক্রিয়ায় সাধারণ উষ্ণতায় নাইট্রোজেন উৎপন্ন হয়। বিক্রিয়াটি দুইটি স্তরে ঘটে—



মোট বিক্রিয়া : $8\text{NH}_3 + 3\text{Cl}_2 = 6\text{NH}_4\text{Cl} + \text{N}_2$

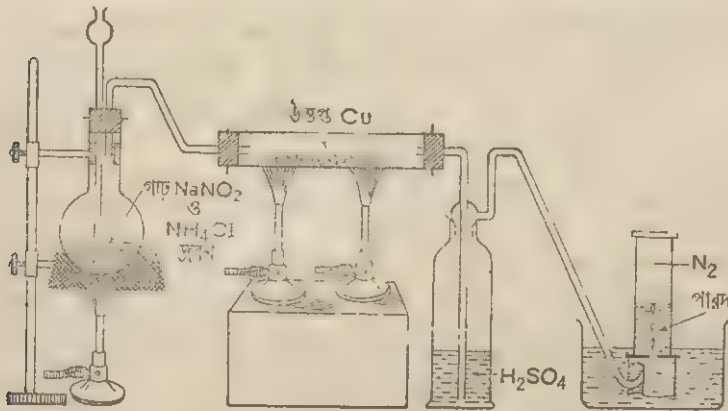
অ্যামোনিয়ার পরিমাণ কম ব্যবহৃত হইলে, বিস্ফোরক পদার্থ নাইট্রোজেন ট্রাইক্লোরাইড উৎপন্ন হয়।



উৎপন্ন নাইট্রোজেনকে, জলের মধ্য দিয়া চালিত করিয়া, পরে জলের নিম্নাপসারণ দ্বারা গ্যাসজারে সংগ্রহ করা হয়।

□ পরীক্ষাগারে নাইট্রোজেন প্রস্তুতি :

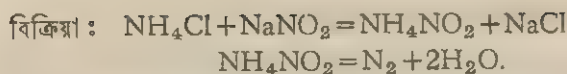
একটি থিনল ফানেল ও নির্গম-নলযুক্ত ফ্লাস্কে কিছু গাঢ় অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড দ্রাব ও সোডিয়াম বা পটাশিয়াম নাইট্রাইটের গাঢ় দ্রবণ মিশ্রিত করিয়া উত্তপ্ত করা



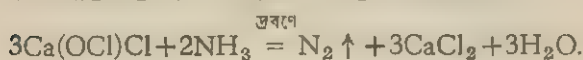
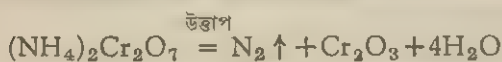
চিত্র নং 126

হয় ; বিক্রিয়ার ফলে উৎপন্ন নাইট্রোজেন গ্যাসকে উত্তপ্ত কপার চূর্ণযুক্ত একটি নলের মধ্য দিয়া চালনা করিয়া, পরে আবার একটি গাঢ় H_2SO_4 পূর্ণ বোতলের মধ্য দিয়া চালনা করা হয়। উৎপন্ন শুষ্ক নাইট্রোজেনকে পারদপূর্ণ গ্যাসজারে, পারদের নিম্নাপসারণ দ্বারা সংগ্রহ করা হয়।* [চিত্র নং 126]

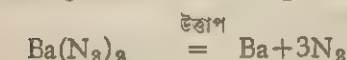
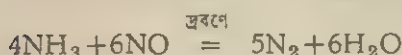
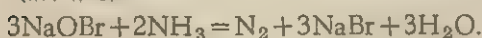
* শুষ্ক নাইট্রোজেন প্রয়োজন না হইলে, কপারপূর্ণ নল হইতে নির্গত গ্যাসকে, জলের অপসারণ দ্বারা সংগ্রহ করা বাইতে পারে।



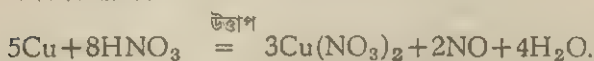
- বিভিন্ন নাইট্রোজেন যৌগ হইতে, নাইট্রোজেন প্রস্তুতির কয়েকটি বিক্রিয়া :



ব্রিটিং পাউডার



বেরিগাম অ্যাক্সাইড



(গ্যাসরূপে)

□ নাইট্রোজেনের ধর্ম :

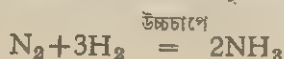
নাইট্রোজেনের পরমাণু ক্রমাংক 7 ও পারমাণবিক ওজন 14। ইহার পরমাণুতে 7-টি প্রোটন, 7-টি নিউট্রন ও 7-টি ইলেকট্রন ($1s^2 2s^2 2p^3$) থাকে। পর্যায় সারণীতে ইহার স্থান পঞ্চম গ্রুপের (Group V) প্রথম মৌলরূপে। ইহার যোজ্যতা 5 ও 3। ইহা মূলত সমযোজী যৌগ গঠন করে।

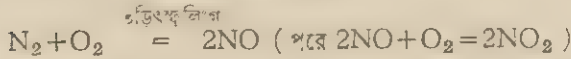
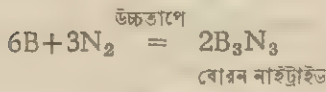
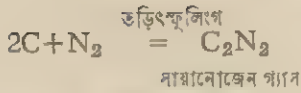
সাধারণ নাইট্রোজেন, তিনটি ‘একস্থানিক’ নাইট্রোজেনের মিশ্র ; ইহাদের পারমাণবিক ওজনগুলি যথাক্রমে 13, 14 এবং 15.

নাইট্রোজেন অণু দ্বিপরিমাণুক। অতি লঘুচাপে নাইট্রোজেনের উপর তড়িৎমোক্ষণ করিয়া নাইট্রোজেনের একটি ‘রূপভেদ’ (allotrope) পাওয়া যায়। ইহা সাধারণ নিষ্ক্রিয় নাইট্রোজেন অপেক্ষা বহু গুণে সক্রিয় বলিয়া এই রূপভেদটিকে ‘সক্রিয়’ বা অ্যাক্টিভ নাইট্রোজেন (active nitrogen) বলা হয়।

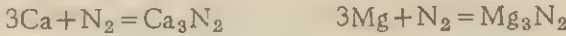
ভৌতধর্ম—নাইট্রোজেন বর্ণহীন, গন্ধহীন ও স্বাদহীন গ্যাস। ইহা বায়ু অপেক্ষা কিছু লঘু এবং জলে সামান্য দ্রব্য (0.3 মি.সি./100 মি.সি. জল)। ইহার স্ফুটনাংক -195.7°C এবং হিমাংক -210°C । ইহা চারকোল দ্বারা শোষিত হয়।

রাসায়নিক ধর্ম—● নাইট্রোজেন নিষ্ক্রিয় গ্যাস, সহজে রাসায়নিক বিক্রিয়া করে না। ● ইহা দাহ্যও নহে, দহনের সহায়কও নয়। ● ইহা কিছু কিছু অধাতুর সহিত উচ্চচাপে, উচ্চতাপে বা তড়িৎ স্ফুলিংগের মাধ্যমে বিক্রিয়া করে ; যথা



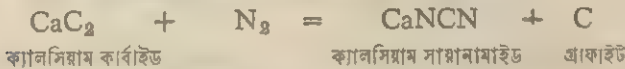


● ইহা কিছু কিছু ধাতুর সহিত, Li, Al, Mg, Ca প্রভৃতির সহিত উচ্চতাপে নাইট্রাইড যৌগ উৎপন্ন করে।



এই নাইট্রাইড যৌগগুলিতে নাইট্রোজেনের তড়িৎযোজ্যতার প্রকাশ ঘটে।

● ইহা কিছু কিছু যৌগের সহিত উচ্চতাপে সংযুক্ত হয়।



□ নাইট্রোজেনের নিরীক্ষা :

● নাইট্রোজেন দাহ্য নয়, দহনের সহায়কও নয়।

● নাইট্রোজেন উত্তপ্ত Mg দ্বারা শোষিত হয়।

□ নাইট্রোজেনের ব্যবহার :

● নাইট্রোজেন—অ্যামোনিয়া, নাইট্রিক অ্যাসিড প্রভৃতির শিল্প প্রস্তুতিতে এবং মার প্রস্তুতিতে, কাঁচামালরূপে ব্যবহৃত হয়। ● ইলেকট্রিক বাল্বকে দীর্ঘস্থায়ী করার জন্য বাল্বের মধ্যে নাইট্রোজেন গ্যাস পূর্ণ করা হয়। ● উচ্চতাপ মাপক থার্মোমিটার প্রস্তুতিতে নাইট্রোজেন ব্যবহৃত হয়।

প্রশ্নাবলী

- বায়ুর উপাদান কি ? ভস্তুতি ও প্রাণীজগতে এই উপাদানগুলির পাত্যেকটিব চূমিকা কি আলোচনা কর।
- 'বায়ু সামান্য মিশ্র রাসায়নিক যৌগ নয়'—এই বিবৃতির স্বপক্ষে যুক্তিগুলি আলোচনা কর।
- বায়ুর সংযুতি নির্ধারণের জন্য ল্যাবোর্যাটরিতে কি পরীক্ষা করেন ? পরীক্ষাটি বর্ণনা কর।
- বায়ুর (i) আয়তনমাত্রিক ও (ii) ওজনমাত্রিক পদ্ধতিতে কিক্রমে সংযুতি নির্ধারণ হয় ?
- পরীক্ষার পরে নাইট্রোজেন প্রস্তুতি বর্ণনা কর। নাইট্রোজেনের কয়েকটি ভৌত ও রাসায়নিক ধর্ম আলোচনা কর।
- একটি গ্যাসজারে নাইট্রোজেন পূর্ণ আছে। উহা যে সত্যই নাইট্রোজেন—কোন কোন পরীক্ষা দ্বারা নির্ণয় করা যাবে ?
- নিম্নোক্ত ক্ষেত্রগুলিতে কি বিক্রিয়া ঘটবে—
 - অ্যামোনিয়াম পেরসাইড ও সোডিয়াম নাইট্রেট মিশ্রকে উত্তপ্ত করা হইল।
 - গরু অ্যামোনিয়া দ্রবণে (a) অল্পমাত্রায় ও (b) অধিকমাত্রায় Cl_2 চালনা করা হইল।
 - অ্যামোনিয়াম ডাইক্রোমেটেতে তীব্র উত্তপ্ত করা হইল।
 - ব্রিটিং পাউডারের সহিত অ্যামোনিয়া যৌগ করা হইল।
 - উত্তপ্ত কপারের উপর গ্যাসীয় HNO_3 চালনা করা হইল।
 - উচ্চতাপে (i) Mg (ii) CaC_2 (iii) Al, (iv) B এর উপর N_2 গ্যাস চালনা করা হইল।

নংকৈত—O

অণু—O

পরমাণু ক্রমাংক—6

পাঃ ওঃ—12

সর্ববহিঃস্থকক্ষে ইলেকট্রন সংখ্যা— $2s^2 2p^2$

যোজ্যতা—4

কার্বন
(Carbon)

পাথিব অধাতু মৌলগুলির মধ্যে কার্বন একটি বিশিষ্ট মৌল। প্রাকৃতিক সকল মৌলের পরমাণুর মধ্যেই নিজস্ব পরমাণুর সহিত ক্রমপরম্পরায় সংযোজন করার প্রবণতা সীমিত। কার্বনের ক্ষেত্রে এই নিজস্ব পরমাণুর সহিত ক্রমপরম্পরায় সংযোজন করার বা 'শৃঙ্খল রচনা' করার (catenation) ধর্মটি, প্রায় অন্তহীন। ফলে, কার্বন মৌল হইতে অসংখ্য যৌগ উৎপন্ন হয়। সমস্ত মৌলগুলির একত্র যে মৌল সংখ্যা রসায়নে জানা গিয়াছে, একা কার্বনের যৌগ সংখ্যা তদপেক্ষা বহুগুণে অধিক। উদ্ভিদ ও প্রাণীজগতের প্রায় সমগ্র জৈব উপাদানই কার্বন যৌগ। কার্বন যৌগগুলিকে কেন্দ্র করিয়া উহাদের অণুশীলনের জন্য জৈব রসায়ন (Organic Chemistry) নামে পৃথক একটি রসায়নের শাখা গড়িয়া উঠিয়াছে।

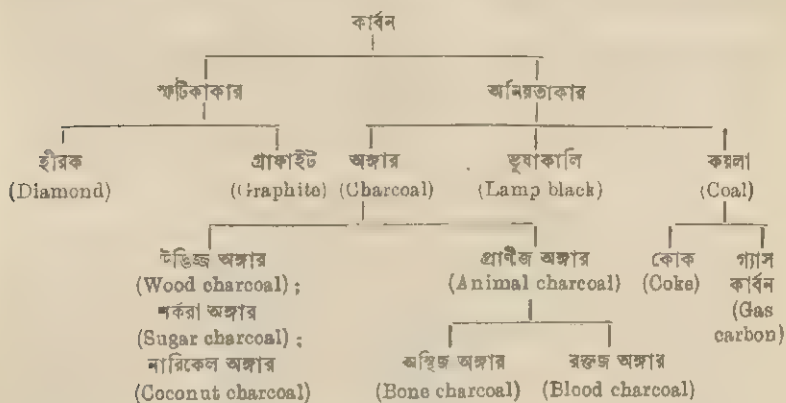
কার্বন একটি সহজপ্রাপ্য মৌল। প্রকৃতিতে কার্বন প্রায়শই যৌগরূপে দেখা যায়। উদ্ভিদ ও প্রাণীদেহের জৈব উপাদানরূপে প্রোটিন, কার্বোহাইড্রেট ইত্যাদি বর্তমান থাকা ছাড়াও, কার্বনের নানা যৌগ খনিজরূপেও পাওয়া যায়। খনিজ যৌগের মধ্যে, কার্বনেট যৌগরূপে মার্বেল পাথর (CaCO_3) ও আরও অত্যন্ত ধাতব কার্বনেটগুলি সুপরিচিত। বায়ুমণ্ডলে কার্বন CO_2 রূপে থাকে। খনিজ কয়লা ও পেট্রোলিয়ামও নানা কার্বন যৌগের মিশ্র রূপ।

প্রকৃতিতে অল্প পরিমাণে মৌল কার্বনও, হীরক (diamond) ও গ্রাফাইট (graphite) রূপে পাওয়া যায়। অ্যানথ্রাসাইট কয়লাও (anthracite coal), অনিয়তাকার (amorphous) মৌল কার্বন।

□ কার্বনের বহুরূপতা (Allotropic modifications of Carbon) :

কার্বন বহুরূপতা ধর্মসম্পন্ন মৌল। ইহাকে নানারূপে পাওয়া যায়। এই রূপভেদগুলিকে (allotrope) মূলত আকৃতি অনুসারে দুইটি শ্রেণীভুক্ত করা

হয় (i) স্ফটিকাকার (crystalline) ও (ii) অনিয়তাকার (amorphous)। কার্বনের নানা রূপভেদগুলিকে নিম্নরূপে শ্রেণীবিন্যাস করা হয়।



□ ডায়মণ্ড বা হীরক (Diamond) :

হীরক খনিজরূপে ব্রেজিল, দক্ষিণ আফ্রিকা, যুক্তরাষ্ট্র, ভারতবর্ষ প্রভৃতি দেশে পাওয়া যায়। ভারতবর্ষে—মধ্য ভারত ও গোলকুণ্ডা অঞ্চলেই প্রধানত হীরক পাওয়া যায়। এককালে ভারতবর্ষ প্রধান হীরক উৎপাদক দেশগুলির অন্যতম ছিল; বর্তমানে বাৎসরিক উৎপাদন অতি সামান্য, মাত্র 2200 ক্যারাটের মতো।

হীরক, খনির মধ্যে সাধারণত ছোট ছোট ঘনক (cubic) বা অষ্টভল (octahedral) স্ফটিকরূপে পাওয়া যায়। স্ফটিকগুলির ওজন ক্যারাটে (carat) নির্ধারিত হয়; ক্যারাট = 0.2054 গ্রাম। পৃথিবীবিশিষ্ট কয়েকটি বৃহৎ হীরকের নাম—কুলিনান (আদি ওজন 3032 ক্যারাট), পিট (136.2 ক্যারাট), কোহিনূর (186 ক্যারাট), হোপ (44.5 ক্যারাট)।

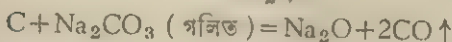
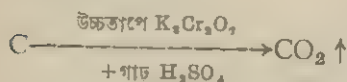
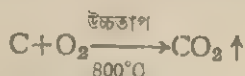
হীরকের উপর আপতিত আলোকরশ্মি, উহার মধ্যস্থ বস্তুতল হইতে বিচ্ছুরিত হয় বলিয়া হীরককে অতি উজ্জ্বল দেখায়। ইহা বহুমূল্য মণিরূপেই সমাদৃত। ইহা বিশুদ্ধ কার্বনের স্বচ্ছ, বর্ণহীন কেলাসিত রূপ। ইহা কখনো কখনো সামান্য মাত্রায় অন্ত্র মৌলযুক্ত হইয়া বর্ণযুক্তও হয়। ক্রমবর্ধের হীরকগুলি, মণিরূপে মূল্যহীন; এইগুলিকে কার্বনেডো (carbonado), বট (bort) প্রভৃতি বলা হয়; এগুলি শিল্পে বেশী ব্যবহৃত হয়। কৃত্রিম হীরকও* শিল্পে ব্যবহৃত হয়।

বিশুদ্ধ হীরক, কার্বনের সর্বাধিক ঘনীভূত রূপ (ঘনত্ব 3.52)। ইহা কঠিনতম পদার্থ, ইহা ছারা কাচ ও অগ্ন্যন্ত্র দ্রব্য সহজেই আঁচড়া কাটা যায়। কিন্তু হীরক

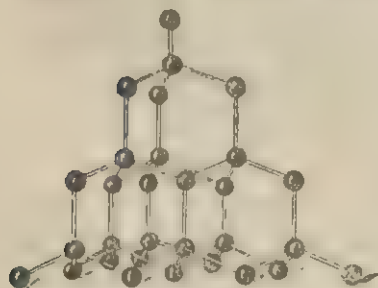
* বিজ্ঞানী মোস্‌সান (Mossan) গলিত লৌহের মধ্যে ‘শর্করা-অঙ্গার’ যোগে বিক্রিয়া ঘটাইয়া বর্ণহীন হীরকের প্রস্তুতি উদ্ভাবন করেন। এত প্রণালীতে উৎপন্ন হীরক অতি ক্ষুদ্র হয় এবং উৎপাদন মূল্যও অত্যন্ত বেশী হয়।

কাটিতে গেলে হীরকের ছারাই কাটা সম্ভব। ইহা উচ্চ প্রতিসরাংকযুক্ত (2.42) এবং তড়িৎ ও তাপ অপরিবাহী। বিশুদ্ধ হীরক রঙন রশ্মিকে প্রতিহত করে না, কিন্তু নকল হীরক করে।

ইহা অম্ল, ক্ষার ও অক্সিজেন দ্রবণে অদ্রায্য। নিষ্ক্রিয়তা ধর্মের জন্য ইহা সহজে অন্য পদার্থের সহিত বিক্রিয়া করে না। হীরকের কয়েকটি রাসায়নিক বিক্রিয়া অবস্থা ঘটে; যথা—



হীরকের ব্যবহার—● কঠিন, উজ্জল, প্রতিসরণ ধর্মী ও নিষ্ক্রিয় বলিয়া রত্নরূপে ব্যবহৃত হয়। ● কঠিনতম পদার্থ বলিয়া, কাচ কাটাই ও খনিজ কাটাইয়ের যন্ত্রে ব্যবহৃত হয়। ● খনিজ ও হীরক কাটাই ও পালিশ করার কার্কে ব্যবহৃত হয়।



● কার্বন পরমাণু

চিত্র নং 19'1

হীরকের সংগঠনসজ্জা—হীরকের কেলাসে কার্বন পরমাণুগুলি পরস্পর পরস্পরের সহিত চতুস্তলক রূপে (tetrahedral) সম্বন্ধ হইয়া একটি ত্রিমাত্রিক আয়তন গঠন করিয়া তোলে। ইহাতে দুইটি কার্বন পরমাণুর দূরত্ব 1.54\AA ($1\text{\AA} = 10^{-8}$ সে.মি.), এবং যে কোন তিনটি কার্বন পরমাণুর দ্বারা (চিত্র নং 13'1) গঠিত কোণের পরিমাণ $109^\circ 28'$ ।

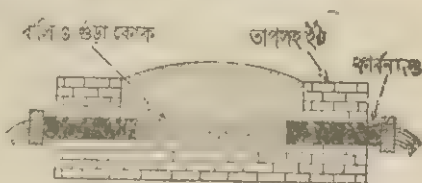
এই সংগঠনে প্রতিটি কার্বন পরমাণু অপর কার্বন পরমাণুর সহিত ইলেকট্রনযোগে সূদৃঢ় বন্ধনীর মাধ্যমে—একটি চতুস্তলক রহং অণু (giant molecule) গড়িয়া তোলে। উহাতে প্রতিটি C-পরমাণু অপর C-পরমাণুর দৃঢ় সম্বন্ধ (এই কারণেই হীরক কঠিনতম পদার্থ)। এইরূপ সংগঠনের সূদৃঢ় বন্ধনীর (sp^3) মধ্য হইতে কোনো ইলেকট্রনই স্থানচ্যুত হওয়া অসম্ভব বলিয়া হীরক তড়িৎ-অপরিবাহী।

□ গ্রাফাইট (Graphite) :

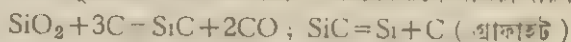
যদিও হীরক ও গ্রাফাইট উভয়েই প্রাকৃতিক কার্বনের কেলাসিত রূপ, কিন্তু উহাদের আকৃতি ও প্রকৃতির প্রচুর পার্থক্য আছে। পরমাণুসজ্জার পার্থক্য হইতেই, ইহাদের ধর্মের পার্থক্য উদ্ভূত হয়।

প্রাকৃতিক গ্রাফাইট প্রাদেশগো (plumbago) নামক খনিজ রূপে—সিংহল, মাদাগাস্কার, বোহেমিয়া, ক্যালিফোর্নিয়া প্রভৃতি স্থানে পাওয়া যায়। প্রাকৃতিক গ্রাফাইটের উৎস অল্প বলিয়া, ইহাকে সাধারণত 'অ্যাকেশন পদ্ধতি'তে (Acheson's process) কৃত্রিম উপায়ে প্রস্তুত করা হয়।

এই পদ্ধতিতে একটি বিশেষভাবে নির্মিত তড়িৎ চুল্লীর (চিত্র নং 13'2) মধ্যে বালি (SiO₂) ও গুঁড়া কোকের মিশ্রণ লওয়া হয়; পরে তড়িৎ চুল্লীর নিয়ে দুইটি স্বল্প ব্যবধানে রক্ষিত কার্বন দণ্ডের সাহায্যে উচ্চ ভোল্টের তড়িৎ প্রবাহ 24-30 ঘণ্টা চালনা করা হয়। ফলে তীব্র উত্তাপে (4000°C) প্রথমে সিলিকন কার্বাইড উৎপন্ন হয়; পরে উহা বিঘোজিত হইয়া গ্রাফাইট ও সিলিকন উৎপন্ন করে। সিলিকন উচ্চ তাপে বাষ্পীভূত হইয়া যায় ও গ্রাফাইট অবশেষ রূপে পাওয়া যায়।

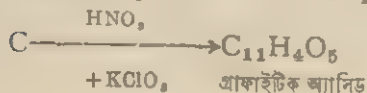
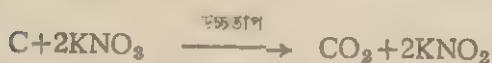
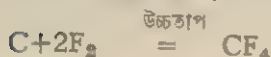
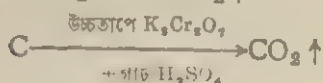
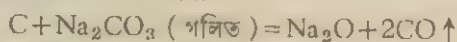


চিত্র নং 13'2

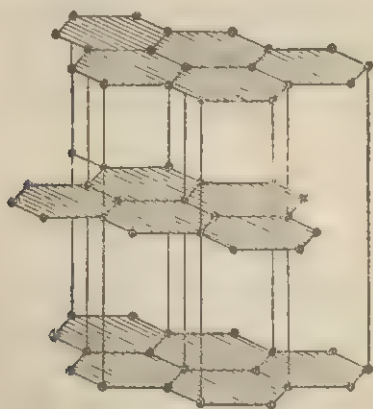


গ্রাফাইট ধাতুর মত উজ্জ্বল ধূসর বর্ণের নরম, মৃণ্ম-পদার্থ। ইহাকে স্পর্শ করিলে পিচ্ছিল লাগে। ইহা অনচ্ছ। ইহার ঘনত্ব 2'2। ইহা কাগজে ঘষিলে কালো দাগ পড়ে, এই ধর্মের জগুই ইহার ছাঁচা লিখিবার পেন্সিল প্রস্তুত হয়। ইহা তাপ ও তড়িৎ সুপরিবাহী।

ইহা নিক্রিয় ধর্মী এবং অম্ল, ক্ষার ও অক্সিজেন দ্রবণে অপ্রাণ্য। হীরকের ন্যায় ইহারও কিছু রাসায়নিক বিক্রিয়া ঘটে। যথা—



গ্রাফাইটের ব্যবহার—● পেন্সিল প্রস্তুতিতে সীসরূপে ব্যবহৃত হয়, ● তড়িৎ দণ্ডরূপে ব্যবহৃত হয়, ● গ্রাফাইট চূর্ণ, কঠিন পিচ্ছিলকারক রূপে (solid lubricant) ব্যবহৃত হয়।



● কার্বন পরমাণু

চিত্র নং 13'3

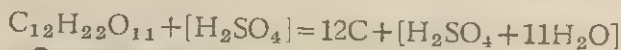
কার্বন পরমাণুর দূরত্ব 3.40\AA (চিত্র নং 13'3)।

এই সংগঠনে একই তলে ষড়ভুজ আকৃতিতে যুক্ত কার্বন পরমাণুগুলি, নিয়ের বা উপরের, অনুরূপ তলের সহিত সংযুক্ত হইয়া যে সমগ্র গ্রাফাইট অণু গড়িয়া তোলে, উহাতে C-C পরমাণুগুলির আন্তর্ভল বন্ধনীগুলি দুর্বল (এই কারণে গ্রাফাইট নরম)। হীরকের C-C বন্ধনী (sp^3) হইতে গ্রাফাইটের C-C বন্ধনীর, (sp^2) প্রকৃতি আলাদা; উপরন্তু, গ্রাফাইটে এক বিশেষ ধরনের বন্ধনী (π -বন্ধনী) থাকে। ফলে, গ্রাফাইটের এই বন্ধনী হইতে ইলেকট্রন সহজেই বিচ্যুত হওয়ার সম্ভাব্যতা থাকে এবং সে কারণেই গ্রাফাইট তড়িৎ-সুপরিবাহী।

□ অঙ্গারের নানা রূপ (Different types of Charcoal):

● **উদ্ভিজ্জ অঙ্গার:** বন্ধ লৌহ-রিটে কাঠের অন্তর্ভর্ম পাতন করিলে, উদ্যায়ী পদার্থগুলি নির্গত হইয়া যায় ও অবশেষরূপে যে অনিয়তাকার কৃষ্ণবর্ণের অঙ্গার পড়িয়া থাকে উহাই 'উদ্ভিজ্জ অঙ্গার' বা কাঠ কয়লা।

● **শর্করা অঙ্গার:** গাঢ় ইক্ষু শর্করার (cane sugar) দ্রবণকে গাঢ় H_2SO_4 ঘোণে উত্তপ্ত করিলে, কার্বন বিমুক্ত হয়; ইহাকে 'শর্করা-অঙ্গার' বলা হয়; ইহা বিশুদ্ধ কার্বন।



● **নারিকেল অঙ্গার:** শুষ্ক নারিকেল খোলাকে আবদ্ধ পাত্রে অন্তর্ভর্ম পাতন করিলে অবশেষরূপে পাত্রে যে কঠিন অঙ্গার পাওয়া যায়, উহাই নারিকেল

গ্রাফাইটের সংগঠন সজ্জা—

গ্রাফাইটে কার্বন পরমাণুগুলি ছয়টি করিয়া মিলিত হইয়া ষড়ভুজ গঠন করে। (চিত্র নং 13'3)। ষড়ভুজ-গুলি পরস্পর যুক্ত হইয়া একতলিক স্তর গঠন করে; স্তরের পর স্তর যুক্ত হইয়া গ্রাফাইট-কেলাস উৎপন্ন হয়। এই গঠনে, একই তলে দুইটি কার্বন পরমাণুর দূরত্ব 1.42\AA , একই তলে তিনটি কার্বন পরমাণুর উৎপন্ন কোণ 120° এবং এক তলের ষড়ভুজের কার্বন পরমাণু হইতে অন্য তলের ষড়ভুজের

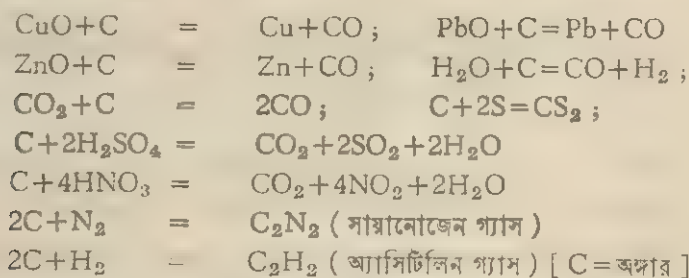
অঙ্গার। এই অঙ্গারের গ্যাস শোষণ ক্ষমতা অত্যধিক বলিয়া, ইহাকে 'উজ্জীবিত অঙ্গার' (activated charcoal) বলা হয়। করাতের গুঁড়াও অম্লরূপ প্রক্রিয়ায়, অম্লরূপ উজ্জীবিত অঙ্গার উৎপন্ন করে।

● **অস্থিজ অঙ্গার :** প্রাণীদেহের হাড়ের অন্তর্ধূম পাতনের শেষে যে কঠিন কৃষ্ণবর্ণের অবশেষ পাওয়া যায় উহা ক্যালসিয়াম ফসফেট ও প্রাণীজ অঙ্গারের মিশ্র। এই মিশ্রকে HCl-অ্যাসিড যোগে বিক্রিয়া করিলে, ক্যালসিয়াম ফসফেট দ্রবীভূত হয় ও অস্থিজ অঙ্গার অবশেষ রূপে পাওয়া যায়। ইহাকে 'আইভরি ব্ল্যাক' (ivory black) বলা হয়।

● **রক্তজ অঙ্গার :** প্রাণীদেহের রক্তের অন্তর্ধূম পাতন করিলে, কঠিন কৃষ্ণবর্ণের অবশেষরূপে রক্তজ অঙ্গার পাওয়া যায়।

অঙ্গারগুলি কালো, কঠিন, নরম, অনিয়তাকার পদার্থ। ইহারা জলে অদ্রাব্য। ঘনাক 1.4—1.6। ইহারা তাপ ও তড়িৎ কুপরিবাহী। অঙ্গার সচ্ছিন্ন বলিয়া জলে ভাসে এবং গ্যাস শোষণ করে। শোষিত গ্যাস অঙ্গারের উপরিতলে ভৌতিকরূপে সংযুক্ত হইয়া থাকে; এই ধর্মকে অঙ্গারের 'উপরিতল শোষণ ধর্ম' বা 'বহির্ধৃতি' (adsorption) বলা হয়। বিভিন্ন রঙিন দ্রবণে অঙ্গারযুক্ত করিয়া পরিশ্রাবণ করিলে রঙিন পদার্থের অণুগুলি অঙ্গারে বহির্ধৃতি হইয়া দ্রবণ বর্ণহীন হইয়া যায় বলিয়া অঙ্গার বিরঞ্জকরূপে ব্যবহৃত হয়।

অঙ্গার* একটি শক্তিশালী বিজারক পদার্থ। ইহার উচ্চ তাপে বিজারণ ক্রিয়ার কয়েকটি উদাহরণ—



□ **অঙ্গারের ব্যবহার :** ● বাতুলিজে বিজারকরূপে, ● চিনিশিজে বিরঞ্জকরূপে, ● পরিশ্রাবক (filter) রূপে, ● রং হিসাবে (আইভরি ব্ল্যাক), ● গ্যাস শোষকরূপে ● বারুদ প্রস্তুতিতে—অঙ্গারের ব্যবহার হয়।

● **ভূষা কালি :** জলন্ত মোমবাতির বা প্রদীপের শিখার উপর শীতল পাত্র ধরিলে কালো ভূষা পড়ে। নানা উদ্ভিজ্জ তৈল (অপূর্ণ যৌগজাতীয়) ও খনিজ তৈল অপচূর বায়ুতে দহন করিলে অম্লরূপ ভূষাযুক্ত শিখা উৎপন্ন হয়; ইহা কোন কঠিন শীতল পাত্রে

* এখানে অঙ্গার বলিতে প্রধানত কাঠকয়লা বা উদ্ভিজ্জ অঙ্গারকেই গণ্য করা হইয়াছে।

জমাইয়া সংগ্রহ করা হয়। ইহা কৃষ্ণবর্ণের হৃদয় চূর্ণ, জলে অদ্রাব্য এবং তাপ ও তড়িৎ কুপরিবাহী। ইহা ছাপা কালি, জুতার কালি ও রঞ্জকরূপে ব্যবহৃত হয়।

● **কয়লা, কোক ও গ্যাসকার্বন :** ভূগর্ভের চাপ ও তাপের ফলে, দীর্ঘকাল ধরিয়া ভূ-নিম্নে প্রোথিত উদ্ভিদ দেহের জৈব উপাদানগুলির (C, H, O) রূপান্তরণ ঘটিয়া ক্রমশঃ উহা কৃষ্ণবর্ণের কয়লার রূপান্তরিত হয়। প্রোথিতকাল যত বাড়ে অর্থাৎ কয়লার বয়স যত বেশী হয়, ততই কয়লার মধ্যে কার্বন উপাদানটির মাত্রা বাড়ে। এই কার্বনের মাত্রানুসারে কয়লাকে (i) পিট (peat, 50%C), (ii) লিগ্নাইট (lignite, 67%C), (iii) বিটুমিনাস (bituminous, 88%C) এবং (iv) অ্যানথ্রাসাইট (anthracite, 94%C) বলা হয়।

অ্যানথ্রাসাইট কয়লাকে আবদ্ধ পাত্রে অস্বর্ধ্য পাতন করিলে উদ্বায়ী পদার্থগুলি নির্গত হইয়া যে কৃষ্ণবর্ণের অতি কঠিন পদার্থ অবশেষরূপে পড়িয়া থাকে, উহাই কোক (coke)।

অস্বর্ধ্য পাতন করিয়া কোক উৎপাদনের সময়, আবদ্ধ পাত্রেব গায়ে কৃষ্ণবর্ণের যে হৃদয় অথচ কঠিন প্রলেপ পড়ে, উহাই গ্যাস কার্বন (gas carbon)।

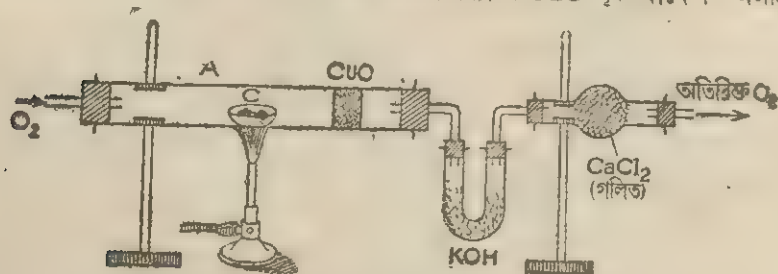
কোক ঘন কঠিন অদ্রাব্য পদার্থ। ইহা তাপ ও তড়িৎ কুপরিবাহী। ইহা অঙ্গারের অনুরূপ শক্তিশালী বিজারক পদার্থ (বিজারণ বিক্রিয়াগুলির জন্য অঙ্গার দ্রষ্টব্য)। বিভিন্ন ধাতু নিষ্কাশনে ইহাই প্রকৃতক্ষেত্রে বিজারকরূপে ব্যবহৃত হয়। জালানীরূপেও ইগা ব্যবহার করা হয়।

গ্যাসকার্বন কঠিন, অদ্রাব্য এবং তাপ ও তড়িৎ সুপরিবাহী। ইহা তড়িৎদণ্ড প্রস্তুতি, ব্যাটারি প্রস্তুতি এবং ডায়নামো প্রস্তুতিতে ব্যবহৃত হয়।

□ **কার্বনের বিভিন্ন রূপভেদগুলি একই কার্বন মৌলের প্রকারভেদ :**

কার্বনের আলোচিত বিভিন্ন রূপভেদগুলি যে একই কার্বন মৌল দ্বারা গঠিত তাহা পরীক্ষা দ্বারা প্রমাণ করা যায়। 13'4 নং চিত্রানুযায়ী একটি যন্ত্রসজ্জা লওয়া হয়।

দহননল A'-র মধ্যে একটি পোসিলেন বাটিতে কার্বনের যে-কোন রূপভেদের একটির 1 গ্রাম ওজন লওয়া হয়। দহন নলটির মধ্যাংশ CuO-পূর্ণ থাকে। নলটির



চিত্র নং 13'4

বাম প্রান্ত হইতে আগম-নলযোগে বিশুদ্ধ অক্সিজেন চালনা করা হয়। দহন নলের

দক্ষিণ প্রান্ত একটি নির্গম-নল দ্বারা কঠিন KOH-পূর্ণ একটি U-নল এবং কঠিন গলিত CaCl_2 -পূর্ণ একটি রক্ষী-নলের সহিত যুক্ত করা হয়। এখন দহন নলটিকে উত্তপ্ত করিলে, উত্তপ্ত CO অক্সিজেনের সহিত যুক্ত হইয়া CO_2 -রূপে (কোন CO উৎপন্ন হইলে, উহা CuO যোগে CO_2 -তে পরিণত হইয়া যায় : $\text{CuO} + \text{CO} = \text{Cu} + \text{CO}_2$) নির্গত হইয়া KOH-নলে শোষিত হয়। পরীক্ষার পূর্বে ও পরে KOH ও CaCl_2 নল ওজন করা হয় এবং পরীক্ষাশেষে আবার ওজন করা হয়। দুইবারের ওজনের পার্থক্য হইতে উৎপন্ন CO_2 -এর পরিমাণ জানা যায়।

পরীক্ষায় দেখা যায়, কার্বনের যে কোন রূপভেদের 1 গ্রাম লওয়া হইলে, উৎপন্ন CO_2 -এর পরিমাণ সর্বক্ষেত্রেই এক হয়। ইহা হইতে প্রমাণিত হয়, সকল রূপভেদ-গুলিই—একই কার্বন মৌলদ্বারা গঠিত।

সংকেত - P

অণু— P_4

পরিমাণু ভরসংখ্যা—15

পাঃ ওঃ— $30^\circ 98$

সর্ববহিঃস্থ কক্ষের ইলেকট্রন সংখ্যা— $3s^2 p^3$

বোজ্যতা—3, 5.

ফসফোরাস
(Phosphorus)

কঠিন অধাতুগুলির মধ্যে ফসফোরাস অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ মৌল। ইহা জৈব ও উদ্ভিদ দেহের গুরুত্বপূর্ণ উপাদান। যে কোন জৈবকোষে ফসফোরাস যৌগ বর্তমান থাকে। প্রাণীদেহের অস্থির 58% উপাদান ক্যালসিয়াম ফসফেট নামে ফসফোরাসের যৌগ। উদ্ভিদ-খাতের অত্যন্ত মূল পদার্থ ফসফেট লবণসমূহ; সেইজন্তই কৃষিতে ফসফেট সারের প্রয়োজন ও প্রয়োগ হয়।

প্রাণী ও উদ্ভিদ দেহের অস্থি ছাড়াও, ফসফোরাস—ফসফেট যৌগরূপে, নানা প্রাকৃতিক খনিজে বর্তমান থাকে; যেমন ফ্লোরোঅ্যাপেটাইট [(fluorapatite) $3\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2\text{CaF}_2$], ক্লোরোঅ্যাপেটাইট [(chlorapatite) $3\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2\text{3CaCl}_2$], ভিভিয়ানাইট [(vivianite) $\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_3 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$] ফসফোরাইট [(phosphorite) $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$] ইত্যাদি।

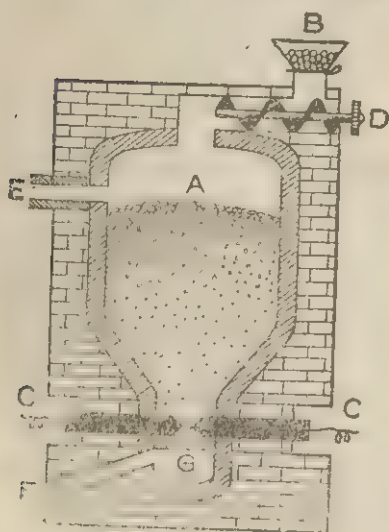
ফসফোরাস প্রথম প্রস্তুত করেন ব্র্যাণ্ড (1674) ; ইহার মৌলধর্মের পূর্ণ অন্বেষণ করেন ল্যাভোয়্যাসিয়ে (1777) ।

□ ফসফোরাসের প্রস্তুতি : খনিজ ফসফেট, ফসফোরাইট অথবা অস্থিভস্ম (bone ash) হইতে ফসফোরাস প্রস্তুত হয়।

অস্থি হইতে অস্থিভস্ম প্রস্তুতির জন্য প্রথমে কাঁচা হাড়কে জৈব দ্রাবকে ধৌত করা হয় ; ফলে চর্বিজাতীয় পদার্থগুলি হাড় হইতে দ্রবীভূত হইয়া যায়। ইহার পর হাড়

অতি তপ্ত জলযোগে পুনরায় ধোত করিয়া জিলাটিন জাতীয় পদার্থ পৃথক করা হয়। ধোত হাড় একটি আবদ্ধ লৌহরিটে তীব্র উত্তপ্ত করিয়া যে কৃষ্ণবর্ণ অবশেষ পাওয়া যায় উহা ক্যালসিয়াম ফসফেট ও প্রাণিজ অঙ্গারের মিশ্র। এই মিশ্রটিকে বায়ুতে পুনরায় তীব্র উত্তপ্ত করিলে অঙ্গার দহিত হইয়া যে সাদা অবশেষ পাওয়া যায় তাহা প্রধানত ক্যালসিয়াম ফসফেট (80-85%) ; এই সাদা অবশেষকেই ‘অস্থিভস্ম’ (bone ash) বলা হয়।

অস্থিভস্ম হইতে ফসফোরাস প্রস্তুতির* জন্য একটি বিশেষ ধরনের তড়িৎ-চুল্লী ব্যবহৃত হয়। তড়িৎ-চুল্লীটি 13.5 নং চিত্রে দেখান হইয়াছে।



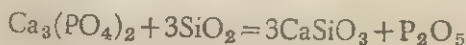
চিত্র নং 13.5

সমগ্র চুল্লীটি একটি কক্ষাকৃতি। ইহা অগ্নিদহ ইষ্টক দ্বারা নির্মিত হয়। ইহার উপরিভাগে একটি চোঙা (hopper) আছে এবং চোঙা মুখ (B) দিয়া প্রবিষ্ট অস্থিভস্মকে চুল্লীর ভিতরে চালিত করার জন্য একটি ক্রু-চালক (D) আছে। চুল্লীর উপরিভাগে একটি নির্গম নল (E) পথে, চুল্লীর ভিতরের উৎপন্ন গ্যাসগুলি বাহিরে আসে। চুল্লীর নিম্নদেশে দুইটি তড়িৎদণ্ড (CC) থাকে; ইহার মধ্য দিয়া উচ্চ ভোল্টেজে তড়িৎ চালনা করিয়া তড়িৎ-শিখা বা আর্ক (arc) উৎপন্ন হয় এবং কলে চুল্লীতে প্রচণ্ড তাপ

উৎপন্ন হয়। চুল্লীর সর্বনিম্নে একটি নির্গম নল (F) থাকে; ইহার মাধ্যমে চুল্লীর ভিতরের গলিত ধাতু মল (slag) বাহির হইয়া আসে।

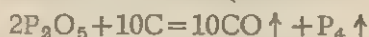
ফসফোরাস প্রস্তুতিতে প্রথমে, চোঙামুখ দিয়া অস্থিভস্ম বা খনিজ ফসফেট, বালি (SiO_2) এবং সূক্ষ্ম কোকচূর্ণের মিশ্র চুল্লীতে প্রবিষ্ট করান হয়। ইহার পর চুল্লীতে তড়িৎ-শিখা উৎপন্ন করিলে, উহার প্রচণ্ড তাপে, প্রবিষ্ট পদার্থগুলির মধ্যে রাসায়নিক বিক্রিয়া ঘটিতে থাকে।

(1) প্রথমত, ক্যালসিয়াম ফসফেট ও সিলিকা বিক্রিয়া ঘোগে ক্যালসিয়াম ফসফেট ও ফসফোরাস পেন্টক্সাইড উৎপন্ন করে—



* এই পদ্ধতিটিকে ‘রীডম্যান, পার্কার ও রবিনসন পদ্ধতি’ বলা হয়।

(ii) দ্বিতীয়ত, উৎপন্ন ফসফোরাস পেন্টক্সাইড উত্তপ্ত কোক যোগে বিজারিত হইয়া ফসফোরাস ও কার্বন মনোক্সাইড গ্যাসে পরিণত হয়।



উৎপন্ন CO ও P_2O_5 , উপরের নির্গম নল (E) পথে বাহির হইয়া আসে এবং উৎপন্ন ধাতুমল Ca_2SiO_3 গলিত হইয়া ($1150^\circ - 1450^\circ C$), চুল্লী নিম্নে (G) জমে ও পরে নির্গম নল (F) পথে উহাকে বাহির করিয়া লওয়া হয়।

উৎপন্ন CO ও P_2O_5 গ্যাসমিশ্র জলে চালিত করিলে, জলের নীচে কঠিন ফসফোরাস জমিয়া যায় ও অদ্রাব্য CO, গ্যাস রূপে বহির্গত হইয়া যায়।

ফসফোরাসের বিণোদন : উত্তপ্ত করিলে জলের নীচে প্রাপ্ত ফসফোরাস গলিত হইয়া যায় ; এই গলিত ফসফোরাসের সহিত $K_2Cr_2O_7$ ও গাঢ় H_2SO_4 যোগ করিলে—কনুব পদার্থগুলি জারিত হইয়া যায় বা স্তররূপে ভাসিয়া উঠে। গলিত তরল ফসফোরাসকে আময়-চামড়ার (chamois leather) মধ্য দিয়া ফিল্টার করিয়া উহাকে জলতলেই সংগ্রহ করা হয়।

এইভাবে প্রাপ্ত ফসফোরাসের বর্ণ সাদা বা ফিকা হলুদ বলিয়া উহাকে সাদা বা হলুদ ফসফোরাস (white or yellow phosphorous) বলা হয়।

□ ফসফোরাসের ধর্ম :

ফসফোরাসের পরমাণুকমাংক 15 এবং পারমাণবিক ওজন 31 (প্রায়)। ইহার পরমাণুতে 15টি প্রোটন, 16টি নিউট্রন ও 15টি ইলেকট্রন থাকে। ইলেকট্রনগুলির গঠনসজ্জা, কক্ষাঙ্কযায়ী যথাক্রমে $2.8.5 (1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3)$ । পর্যায় সারণীতে, ইহার স্থান পঞ্চম গ্রুপের দ্বিতীয় মৌল হিসাবে। পর্যায় সারণীতে ইহার পূর্ববর্তী মৌলটি অধাতু সিলিকন এবং পরবর্তী মৌলটি অধাতু সালফার। একই গ্রুপে অবস্থিত, প্রথম মৌল নাইট্রোজেনের সহিত ইহার বহু সাদৃশ্য দেখা যায়।

ফসফোরাসের যোজ্যতা 3 এবং 5। ফসফাইড যৌগগুলিতে ইহা তড়িৎ যোজ্যতা (3) প্রদর্শন করে ; অল্প প্রধান যৌগগুলিতে ফসফোরাস সমযোজ্যতা (3 এবং 5) প্রদর্শন করে ; সংযোজনকালে, ইহার ইলেকট্রন সজ্জার 'লোন পেয়ার' ধর্মী* ইলেকট্রন-জুটি দেখা যায় বলিয়া ইহার কোঅর্ডিনেট যোজ্যতাও দেখা যায়।

ভৌত ধর্ম—সাদা (বা হলুদ) ফসফোরাস, সাদা কঠিন অনচ্ছ পদার্থ। ইহা নরম মোমের মতো। ইহার অণুতে চারিটি পরমাণু থাকে বা অণুসংকেত P_4 ; এই চারিটি পরমাণুর সম্মিলিত রূপ চতুস্তলক (tetrahedral)। ইহার কেলাস আকৃতি আছে। ইহার গলনাংক 44.1° , স্ফুটনাংক 287° , ঘনাংক 1.83। ইহা জলে অদ্রাব্য, কিন্তু নানা জৈব দ্রাবক (ইথার, অ্যালকোহল, বেনজিন) বিশেষ করিয়া CS_2 -তে দ্রাব্য। উচ্চতাপে ইহার অণু সরলতর হয়।

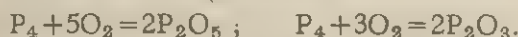


* দ্বিতীয় খণ্ড—তৃতীয় অধ্যায় দ্রষ্টব্য।

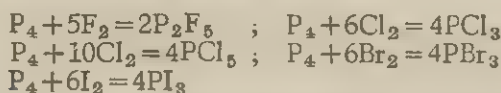
সাদা ফসফোরাস, ফসফোরাসের অস্থায়ী রূপ। ইহা রাখিয়া দিলে ধীরে ধীরে ফসফোরাসের স্থিতি রূপভেদ, লাল ফসফোরাসে পরিণত হয়।

রাসায়নিক ধর্ম—P একটি অতি সক্রিয় মৌল ; সাধারণ উষ্ণতায় ইহা বায়ুর সংস্পর্শে জলিয়া ওঠে বলিয়া ইহাকে সর্বদাই জলনিম্নে রাখা হয়।

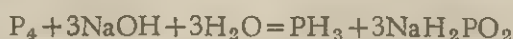
● সাদা P সাধারণ উষ্ণতায় বায়ুর সংস্পর্শে প্রজ্জ্বলিত হইয়া ফসফোরাস পেন্টকসাইড উৎপন্ন করে ; কিছু ফসফোরাস ট্রায়কসাইডও উৎপন্ন হয়।



● সাদা P, হ্যালোজেন মৌলগুলির (F, Cl, Br, I) সহিত সাধারণ উষ্ণতায় তীব্র বিক্রিয়াসহ হ্যালাইড যৌগ গঠন করে।

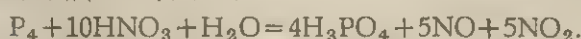


● সাদা P, উষ্ণ কঠিক স্ফার দ্রবণের সহিত ফসফিন গ্যাস ও হাইপোফসফাইট লবণ উৎপন্ন করে।

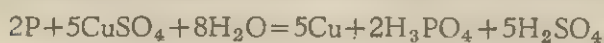


P-এর অন্য রূপভেদ, লাল ফসফোরাস এই বিক্রিয়াটি করে না।

● P, উত্তপ্ত গাঢ় HNO_3 -এর সহিত ফসফোরিক অ্যাসিড ও নাইট্রোজেনের বিভিন্ন অক্সাইড উৎপন্ন করে।

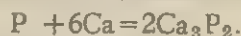


● P একটি বিজারক পদার্থ ; $CuSO_4$ দ্রবণের সহিত বিক্রিয়ায় ইহা ধাতব Cu উৎপন্ন করে ; অম্লীকৃত আয়োডেট দ্রবণ হইতে ইহা আয়োডিন বিযুক্ত করে ;



● P সালফারের সহিত তীব্র বিক্রিয়া করিয়া নানা যৌগ— P_2S_5 , P_4S_7 এবং P_4S_8 উৎপন্ন করে।

● বহু ধাতুর সহিত উচ্চতাপে P, ফসফাইড শ্রেণীর যৌগ গঠন করে।



□ ফসফোরাসের বহুরূপতা :

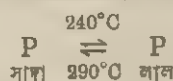
কার্বন এবং সালফারের ন্যায়, ফসফোরাসেরও বহুরূপতা এক বিশিষ্ট ধর্ম। লাল ফসফোরাস (red phosphorous), বেগুনী ফসফোরাস (scarlet phosphorus), ধাতব বা কালো ফসফোরাস (metallic or black phosphorus) ইত্যাদি রূপে ফসফোরাসের কয়েকটি রূপভেদ থাকিলেও—ফসফোরাসের রূপভেদের মধ্যে একমাত্র লাল ফসফোরাস রূপভেদটিই বিশেষ উল্লেখযোগ্য।

লাল ফসফোরাস : সাদা ফসফোরাসকে থার্মোমিটারযুক্ত একটি আবদ্ধ লৌহ রিটার্টে বায়ুশূন্য অবস্থায় (বা নিষ্ক্রিয় গ্যাসপূর্ণ অবস্থায়) $240^\circ C$ উষ্ণতায়, কয়েক ঘণ্টা

উত্তপ্ত করিলে—সাদা ফসফোরাস, লাল ফসফোরাসে পরিণত হয়। বিক্রিয়াটি, অত্যন্ত পরিমাণ আয়োডিন অম্লঘটকের সান্নিধ্যে স্ফূটনরূপে সম্পন্ন হয়। এই প্রস্তুতিতে উষ্ণতা 240 C. নিয়ন্ত্রণ করা একান্ত আবশ্যক।

বিক্রিয়াশেষে আবদ্ধ পাত্রটিকে শীতল করিয়া অন্তর্গত হইতে লাল প্রলেপরূপে উৎপন্ন লাল ফসফোরাস সংগ্রহ করা হয়। ইহাকে পরে গাঢ় NaOH দ্রবণ যোগে উত্তপ্ত করিলে, সংশ্লিষ্ট অবিকৃত সাদা P, ফসফিনে পরিণত হয় ও লাল P বিশুদ্ধরূপে পাওয়া যায়।

লাল ফসফোরাসকে 290 C উষ্ণতায় উত্তপ্ত করিলে ইহা ধীরে ধীরে বাষ্পীভূত হইয়া পুনরায় সাদা ফসফোরাসে রূপান্তরিত হয়। স্মরণ্য দুইটি রূপভেদের আন্তর-পরিবর্তন



লাল ফসফোরাসের অণু বহু পরমাণু বিশিষ্ট। আপাতভাবে ইহাকে অনিয়তাকার মনে হয়; কিন্তু ইহা স্থূল কেলাস কণার সমষ্টি।

লাল ফসফোরাস সাদা ফসফোরাসের ত্রায় সক্রিয় নয়। ইহাকে নিরাপদে নাড়াচাড়া করা যায়। ইহার রাসায়নিক বিক্রিয়াগুলি (NaOH-এর সহিত বিক্রিয়া বাদে) সাদা ফসফোরাসের অম্লরূপ। ইহার ভৌত-ধর্মগুলি অবশ্য অনেকক্ষেত্রেই সাদা ফসফোরাসের ধর্ম হইতে পৃথক। নিম্নের তালিকায় এই পার্থক্যগুলি দেখান হইয়াছে।

লাল ও সাদা ফসফোরাসের তুলনা

ধর্ম	লাল ফসফোরাস	সাদা ফসফোরাস
গলনাংক	প্রায় 610°	44°
স্ফুটনাংক	অতি উচ্চ	280.5°
ঘনাংক	2.16	1.83
CS ₂ দ্রাবকে দ্রাব্যতা	অদ্রাব্য	দ্রাব্য
প্রজ্জ্বলন উষ্ণতা	260°C	প্রায় 30 C
বায়ুর সহিত নিম্ন উষ্ণতায় বিক্রিয়া	দহন বা দীপ্তি দেখা যায় না	মৃদু দহন ঘটে ও মৃদু দীপ্তি দেখা যায়
Cl ₂ -এর সহিত বিক্রিয়া	উচ্চ তাপে বিক্রিয়া ঘটে	সাধারণ উষ্ণতায় বিক্রিয়া ঘটে
NaOH দ্রবণের সহিত বিক্রিয়া	বিক্রিয়া হীন	বিক্রিয়া ঘটে ও PH ₃ উৎপন্ন হয়
বিষক্রিয়া	নিবিষ	বিষাক্ত

□ ফসফোরাসের ব্যবহার :

● সাধারণ দিগ্নাশলাই প্রস্তুতিতে, কাঠির বারুদ ও ঘর্ষকগাত্রে, লাল ফসফোরাস ব্যবহৃত হয়। ● ইদ্রুমারা বিষে—লাল ফসফোরাস ব্যবহৃত হয়। ● সাদা

ফসফোরাস P_2O_5 , PCl_3 , PCl_5 প্রভৃতি যৌগ প্রস্তুতিতে ব্যবহৃত হয়। ● সাদা ফসফোরাস—কিছু ধাতুসংকর প্রস্তুতিতে ব্যবহৃত হয়, যেমন ফসফোর ব্রোঞ্জ (phosphor bronze)। ● সাদা ফসফোরাস—অগ্নি উৎপাদক বোমা ও বিষবাস্পে ব্যবহৃত হয়।

নাইট্রোজেন ও ফসফোরাসের তুলনা

পর্যায় সারণীতে নাইট্রোজেন ও ফসফোরাস উভয় মৌলই একই গ্রুপযুক্ত অর্থাৎ পঞ্চম গ্রুপের মৌল বলিয়া, ইহাদের মধ্যে যথেষ্ট সাদৃশ্য লক্ষ্য করা যায়। অবশ্য কোন কোন ক্ষেত্রে বৈসাদৃশ্যও পরিলক্ষিত হয়।

১৩

	নাইট্রোজেন	ফসফোরাস
● পরমাণু ক্রমাংক	7	15
● ইলেকট্রনীয় গঠন	2,5	2,8,5
● পারমাণবিক ওজন	14	31
● তড়িৎ ঋণাত্মকতা	3.0	2.1
● পারমাণবিক আয়তন	0.70	1.10
● গলনাংক	-210°	44°
● অবস্থা (সাধারণ উষ্ণতায়)	গ্যাস	কঠিন
● অণুর (সাধারণ গঠন)	N_2	P_4
● রূপভেদ	সাধারণ নাইট্রোজেন ও 'আকটিভ নাইট্রোজেন'	সাদা ফসফোরাস ও লাল ফসফোরাস
● প্রধান যোজ্যতা	-3, +3, +5	-3, +3, +5
● যোজ্যতার প্রকৃতি	ধাতব যৌগ বাদে, অন্ত্র যৌগে সমযোজী	ধাতব যৌগ বাদে, অন্ত্র যৌগে সমযোজী
● প্রধান হাইড্রাইড ও উহার প্রকৃতি	NH_3 কার্বমাই: অম্লকে প্রশমিত করিয়া আমোনিয়াম (NH_4^+) লবণ করে।	PH_3 মৃদু কার্বমাই: অম্লকে প্রশমিত করিয়া ফসফোনিয়াম (PH_4^+) লবণ করে।
● প্রধান অক্সাইড সমূহ ও অক্সাইডের প্রকৃতি	N_2O , NO , N_2O_3 , NO_2 , N_2O_5 ; N_2O_3 ও N_2O_5 আম্লিক। HNO_2 ও HNO_3	P_2O_3 , P_2O_5 ; P_2O_3 ও P_2O_5 আম্লিক। H_3PO_3 ও H_3PO_4
● প্রধান অক্সিহ্যালোসিড সমূহ	অস্থায়ী ট্রাইহ্যালাইড NX_3 , ($X=F, Cl, I$)	স্থায়ী ট্রাইহ্যালাইড PX_3 , ($X=F, Cl, Br, I$)
● প্রধান হ্যালাইড সমূহ ও উহাদের প্রকৃতি	পেন্টাহ্যালাইড হয় না। হ্যালাইডগুলির আর্দ্রবিলেব যটে। নাইট্রাইড গঠন করে; যেমন, Mg_3N_2 ।	পেন্টাহ্যালাইড PX_5 হয় ($X=F, Cl, Br$) হ্যালাইডগুলির আর্দ্রবিলেব যটে। ফসফাইড গঠন করে; যেমন, Mg_3P_2 ।

সংকেত—S

অব—S₈

পরমাণু ভরসংখ্যা—32

পাঃ ভঃ—32

সর্ববহিঃস্থ কক্ষের ইলেকট্রন সংখ্যা—3s²p⁴

যোজ্যতা—2, 4, 6

সালফার
(Sulphur)

দৈনন্দিন জীবনে পরিচিত মৌলগুলির মধ্যে সালফার বা গন্ধক অল্পতম। জৈব-কোষের প্রোটোপ্লাজমে ও জৈবদেহের অন্যান্য যোগে সালফার বর্তমান থাকে। ভূত্বকের 0.1% উপাদান সালফার ঘটিত নানা খনিজ। প্রাকৃতিক সালফার অধুত মৌলরূপেও পাওয়া যায়।

অধুত মৌল সালফার আগ্নেয়গিরি বা স্নিকট অঞ্চলে যেমন জাপান, সিসিলি প্রভৃতি স্থানে পাওয়া যায়। আমেরিকার লুইসিয়ানা, টেক্সাস প্রভৃতি অঞ্চলে, ভূগর্ভের 300-350 মিটার নিয়ে মৌল সালফারের একটি বিপুল স্তর অবস্থিত। ইহা হইতেই, পৃথিবীর মূল সালফারের যোগান সরবরাহ হয়। ভারতবর্ষে মৌল সালফারের কোন খনিজ অস্তিত্বের সন্ধান এখনো পাওয়া যায় নাই। ভারতবর্ষে সালফারের চাহিদা, বিদেশী জোগানেরই উপরই নির্ভরশীল।

যোগ রূপে সালফার নানা ধাতব সালফাইড খনিজে বর্তমান থাকে, যেমন আয়রন পাইরাইটিস (FeS₂), কপার পাইরাইটিস (CuFeS₂), গ্যালেনা (PbS), জিংক ব্লেন্ড ইত্যাদি। সালফার, ধাতব সালফেটরূপেও নানা খনিজে পাওয়া যায়, যেমন জিপসাম (CaSO₄ · 2H₂O), ব্যারাইটিস (BaSO₄) ইত্যাদি।

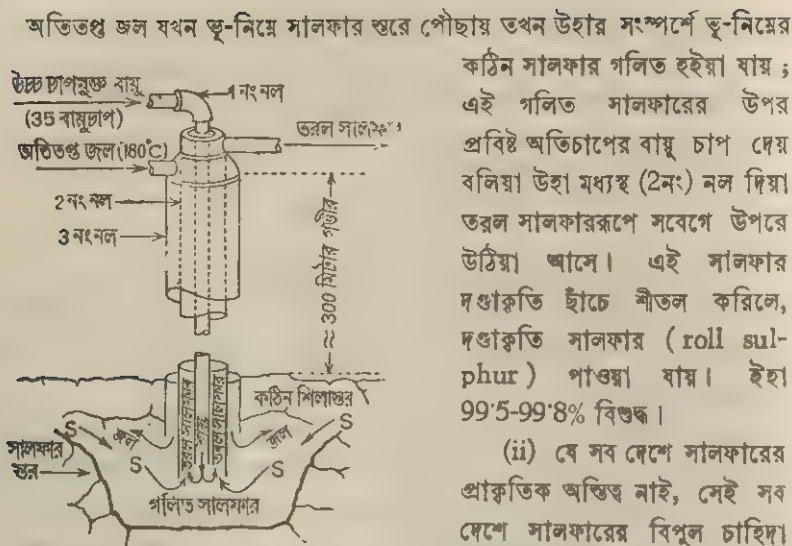
□ সালফারের প্রস্তুতি :

সালফারের খনিজ যোগগুলি হইতে সালফার সহজে ও মূলভে নিষ্কাশন করা যায় না। প্রাকৃতিক অবিভক্ত মৌল সালফারের উৎস হইতেই সালফার প্রস্তুত করা হয়।

(i) আমেরিকায় ভূ-নিম্নে অবস্থিত সালফার স্তর হইতে উহার নিষ্কাশন যে পদ্ধতিতে করা হয়, উহা 'ফ্র্যাশ পদ্ধতি' (Frasch process) নামে পরিচিত।

এই পদ্ধতিতে, নলকূপ খননের মত একটি নল—(1নং নল) খনন করিয়া মাটির গভীরে (সালফার স্তর পর্যন্ত) প্রোথিত করা হয়; পরে এই নলটিকে কেন্দ্র করিয়া আরো দুইটি বৃহত্তর ব্যাসের নল (2নং ও 3নং নল) অল্পরূপভাবে প্রোথিত করা হয়। এখন বৃহত্তম ব্যাসের (3নং) নলের মধ্য দিয়া 180°C উষ্ণতায় অতিতপ্ত জল* লচাপে প্রবিষ্ট করা হয় ও একই কালে সর্ব ভিতরের ক্ষুদ্রতম ব্যাসের (1নং) নলটি দিয়া অতি উচ্চচাপে (35 বায়ু চাপ) বায়ু প্রবিষ্ট করান হয় (চিত্র নং 13.6)।

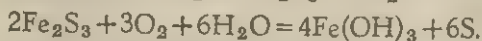
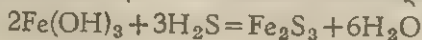
* জলের স্ফুটনাংক 100°C। কিন্তু স্ফুটনাংক চাপের উপর নির্ভরশীল বলিয়া উচ্চচাপে (10-18 বায়ুচাপে) হৃদ্বত বয়লাবে জলকে 180°C উষ্ণতায় উত্তপ্ত করিলেও, উহা তরল থাকে।



চিত্র নং 13'6

করিয়া কাজে লাগান হয়।

● 'কোল গ্যাসে' সামান্য S-যোগ থাকে। অন্তর্ধূম পাতন কালে ইহা H_2S রূপে উদ্ভূত হয়। উৎপন্ন H_2S , সৌদিক ফেরিক অক্সাইডে শোষণ করা হয় ও উৎপন্ন ফেরিক সালফাইড, বায়ুর সহিত বিক্রিয়ায় সালফার মুক্ত করে।



● ধাতব সালফাইড খনিজগুলিকে ধাতু নিষ্কাশনের উদ্দেশ্যে যখন তাপ জারণ (roasting) করা হয়, তখন প্রচুর SO_2 উৎপন্ন হয়। এই SO_2 -কে শ্বেততপ্ত (white hot) কার্বনের উপর 1000 C উষ্ণতায় বিক্রিয়া করাইলে, সালফার উৎপন্ন হয়।



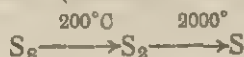
□ সালফারের ধর্ম :

সালফারের পরমাণু-ক্রমাংক 16 ও পারমাণবিক ওজন 32। ইহার পরমাণুতে 16টি প্রোটন, 16টি নিউট্রন ও 16টি ইলেকট্রন থাকে। ইলেকট্রনগুলির সজ্জা, কক্ষাবয়্যায়ী যথাক্রমে 2, 8, 6 ($1s^2 2s^2 p^6 3s^2 p^4$)। পর্যায় সারণীতে ইহার স্থান ষষ্ঠ গ্রুপের দ্বিতীয় মৌল হিসাবে। একই গ্রুপে অবস্থিত, প্রথম মৌল অক্সিজেনের সহিত ইহার বহু সাদৃশ্য দেখা যায়।

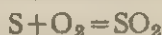
সালফারের যোজ্যতা ২, ৪ ও ৬। সালফাইড আয়নে ও সালফাইড যৌগগুলিতে ইহা তড়িৎ যোজ্যতা (২) প্রদর্শন করে; অথ যৌগগুলিতে সালফার সমযোজ্যতা (২, ৪ ও ৬) প্রদর্শন করে; সংযোজনকালে ইহার ইলেকট্রন সজ্জায় দু'টি 'লোন পেয়ার ইলেকট্রন' (lone pair electron) দেখা যায় বলিয়া, ইহার কোঅর্ডিনেট যোজ্যতাও দেখা যায়।

ভৌত ধর্ম—সাধারণ স্থায়ী সালফার, হলুদবর্ণের কঠিন অনচ্ছ পদার্থ। ইহা তাপ ও তড়িৎ অপরিবাহী। ইহা স্বাদহীন, গন্ধহীন এবং জলে অদ্রাব্য। নানা জৈব দ্রাবক, বিশেষ রূপে কার্বন ডাইসালফাইড (CS_2) দ্রাবকে ইহা দ্রাব্য। অণুদীক্ষণে সাধারণ সালফারের কেলাস রম্বসাকৃতি (rhombic)। বহুরূপতা ইহার উল্লেখযোগ্য ধর্ম।

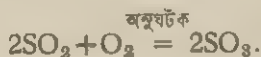
সাধারণ সালফারের গলনাংক 112.8 এবং স্ফুটনাংক 444.6° ; গ্যাসীয় সালফারের বর্ণ গাঢ় লাল। ইহার ঘনংক 2.05 । বাষ্প ঘনত্ব পরিমাপ হইতে দেখা যায় ইহার অণু S_8 । এই অণু উষ্ণতায় বিধোজিত হইয়া সরলতর হয়—



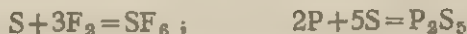
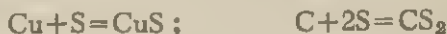
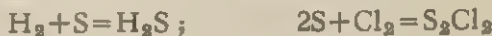
রাসায়নিক ধর্ম—● সালফার দাহ্য, কিন্তু দহন সহায়ক নয়। দহনের ফলে ইহা মূলত সালফার ডায়ক্সাইড উৎপন্ন করে।



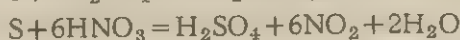
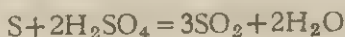
উৎপন্ন SO_2 অক্সিডের সান্নিধ্যে, আর অক্সিজেনের সহিত যুক্ত হইয়া সালফার ট্রায়ক্সাইড উৎপন্ন করে।



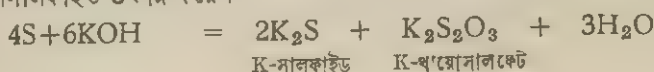
● উচ্চ তাপে সালফার—বহু অধাতু, হাইড্রোজেন এবং ধাতুর সহিত সংযুক্ত হইয়া সালফাইড যৌগ করে।



● উচ্চ তাপে গাঢ় HNO_3 ও গাঢ় H_2SO_4 ,—সালফারকে জারিত করিয়া SO_2 উৎপন্ন করে।



● উচ্চতাপে গাঢ় ক্ষারের সহিত সালফার,—সালফাইড, থায়োসালফেট ও পলিসালফাইড উৎপন্ন করে।

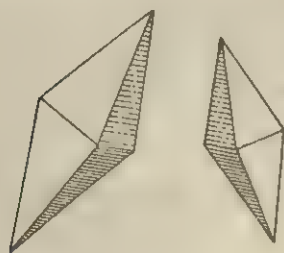




□ সালফারের বহুরূপতা :

কার্বনের তায়, সালফারেরও বহুরূপতা একটি বিশিষ্ট ধর্ম। সালফারের নানা রূপভেদের মধ্যে প্রধান কয়েকটি—● রহস্যাকৃতি সালফার ● মনোক্লিনিক সালফার ● প্রান্তিক সালফার ● মিক্স অফ সালফার ● কলয়ডীয় সালফার।

● **রহস্যাকৃতি সালফার বা সাধারণ সালফার বা α সালফার :** নিম্নলিখিত সালফারকে, বা অন্য কোন সালফারকে রাখিয়া দিলে যে স্থায়ী রূপভেদটি পাওয়া যায়,



রহস্যাকৃতি সালফার



মনোক্লিনিক সালফার

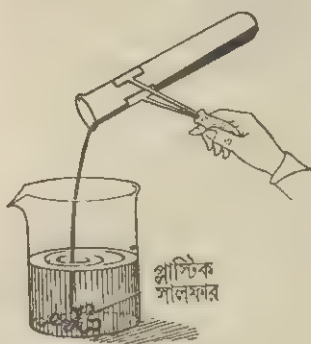
চিত্র নং 18'7

উহা রহস্যাকৃতি সালফার। ইহার কেলাস অষ্টতল-বিশিষ্ট রহস্য আকৃতির। ইহা ফিক্স হ্লুদ বর্ণের, জলে অদ্রব্য, অনচ্ছ, কঠিন পদার্থ; ইহা কার্বন ডাই সালফাইড (CS_2) দ্রাবকে দ্রব্য। ইহার স্ফুটনাংক $112.8^\circ C$, গলনাংক $444.6^\circ C$, ঘনাংক 2.06 । সালফারের নানা রূপভেদের মধ্যে ইহাই স্থিতিতম রূপ।

● **মনোক্লিনিক বা প্রিজম্যাটিক সালফার বা β সালফার :** গলিত সালফার $96.5^\circ C$ -এর উর্ধ্বে কেলাসিত হইলে, এই রূপটি পাওয়া যায়। একটি বেসিনে কিছু সাধারণ সালফারকে গলিত করিয়া শীতল করিতে দিলে প্রথমে উপরিভাগ শীতল হইয়া একটি কঠিন স্তর করে; এই অবস্থায় স্তরটিকে দুইটি বিন্দুতে ছিদ্র করিয়া বেসিনটিকে উপুড় করিলে কিছু গলিত সালফার বহির্গত হইয়া যায়; বেসিন গাত্রে অবশিষ্ট কঠিনীভূত সালফারকে পরীক্ষা করিলে দেখা যায় উহা দীর্ঘ সূচাকৃতি (needle shaped) কেলাসের রূপ ধারণ করিয়াছে। সালফারের এই রূপটিকেই, মনোক্লিনিক সালফার বলা হয়।

এই সালফারের গলনাংক $118.75^\circ C$, ঘনাংক 1.96 ; ইহা জলে অদ্রব্য, কিন্তু CS_2 -তে দ্রব্য। সাধারণ অবস্থায় ইহা রাখিয়া দিলে ইহা ধীরে ধীরে রূপান্তরিত হইয়া রহস্যাকৃতি সালফারে পরিণত হয়।

- **প্লাস্টিক সালফার বা নমনীয় সালফার বা γ সালফার :** একটি দৃঢ়



চিত্র নং 13-8

কাচ নলে কিছু সাধারণ সালফার নেইয়া গলিত করার পর আরও উত্তপ্ত করিয়া (প্রায় ফুটনাংকে) গাঢ় ঘন গলিত সালফারকে সরু ধারায় একটি জলপূর্ণ বীকারে ঢালিলে, উহা জলতলে স্থতার স্তায় জমিয়া কঠিন হইয়া যায়। সালফারের এই রূপটি প্লাস্টিক সালফার। এই সালফারকে টানিলে রবারের মতো বাড়ে বলিয়াই ইহাকে প্লাস্টিক সালফার বলা হয়। (চিত্র নং 13-8)

ইহার বর্ণ ফিকা হলুদ, ঘনাংক 1.92।

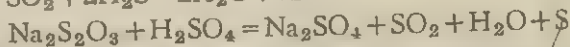
ইহা জল এবং CS_2 —উভয় দ্রাবকেই অদ্রাব্য। রাখিয়া দিলে, ইহা ধীরে ধীরে রূপান্তরিত হইয়া রহস্যাকৃতি সালফারে পরিণত হয়।

- **মিল্ক অফ্ সালফার বা δ সালফার :** পলিসালফাইড জাতীয় সালফার যোগে HCl যোগে বিক্রিয়া করিলে বিমুক্ত সালফারের সাদা অধঃক্ষেপ পাওয়া যায়। ইহাকে মিল্ক অফ্ সালফার বলা হয়।



ইহার বর্ণ ছুধের মতো সাদা, ঘনাংক 1.82। ইহা জলে অদ্রাব্য, কিন্তু CS_2 -তে দ্রাব্য। তাপযোগে ইহা রূপান্তরিত হইয়া রহস্যাকৃতি সালফারে পরিণত হয়।

- **কলয়ডীয় সালফার :** SO_2 -এর জলীয় দ্রবণে H_2S গ্যাস চালিত করিলে, অথবা সোডিয়াম থায়োসালফেট দ্রবণকে অক্সিজেন করিলে যে সালফার উৎপন্ন হয়, উহাকে কলয়ডীয় সালফার বলা হয়।



উৎপন্ন সালফারযুক্ত দ্রবণকে ছাঁকিলে, উৎপন্ন সালফার-কলয়েড কণার আয়তনযুক্ত বলিয়া ফিল্টার কাগজের মধ্য দিয়া বহির্গত হইয়া যায়।

ইহার বর্ণ ছুধের মত সাদা, ইহা জলে অদ্রাব্য কিন্তু CS_2 -তে দ্রাব্য।

□ **সালফারের ব্যবহার :** সালফারের ব্যবহার বলিতে সাধারণভাবে স্থিতরূপ রহস্যাকৃতি সালফারের ব্যবহারই বুঝায়।

- H_2SO_4 প্রস্তুতিতে কাঁচামালরূপে ; ● গুরুত্বপূর্ণ সালফার-যোগ যেমন CS_2 , থায়োসালফেট প্রভৃতি প্রস্তুতিতে ; ● বারুদ ও দিয়াশলাই প্রস্তুতিতে ; ● প্রাকৃতিক রবারকে ব্যবহারযোগ্য করার কাজে (vulcanisation of rubber) ; এবং ● ঔষধ ও মলম প্রস্তুতিতে—সালফার ব্যবহৃত হয়।

হ্যালোজেন মৌলসমূহ (Halogens)

ক্লোরিন, ব্রোমিন, ইয়োডিন ও আয়োডিন—এই চারটি অধাতু মৌলই পর্যায় সারণীতে সপ্তম গ্রুপ-B শাখার অন্তর্গত। এই চারটি মৌলের নানা লবণ সমুদ্রজলে বর্তমান থাকে বলিয়া—ইহাদের ‘সমুদ্র লবণ উৎপাদক’ বা ‘হ্যালোজেন’ বলা হয় (*hals* = seasalt ; *genus* = to produce)।

সংকেত—Cl

অণু—Cl₂

পরমাণু ক্রমাংক—17

পাঃ ওঃ—35.46

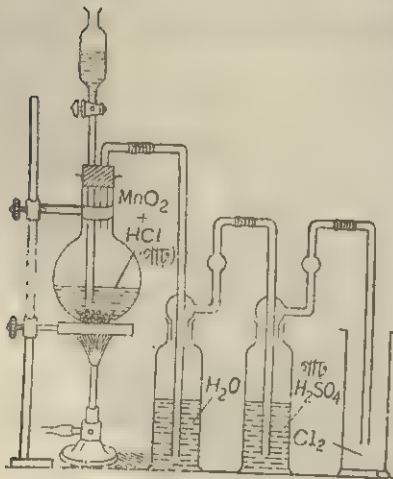
সর্ববহিঃস্থ কক্ষের ইলেকট্রন সজ্জা—3s²3p⁵

যোজ্যতা—1, 3, 5, 7.

ক্লোরিন
(Chlorine)

ক্লোরিন (Cl) জৈব ও উদ্ভিদদেহের প্রয়োজনীয় উপাদান। মানবদেহে ক্লোরসে (gastric juice) HCl ও NaCl, খাদ্য পরিপাক করে। নানা ধাতব ক্লোরাইড খনিজরূপে পাওয়া যায়।

□ পরীক্ষাগারে প্রস্তুতি : বিন্দুপাতী ফানেলযুক্ত একটি গোলতল ফ্লাস্ক



চিত্র নং 13.9

লওয়া হয় ; ফ্লাস্কটির নির্গম-নল একটি জলপূর্ণ বোতলের মধ্যে নিমজ্জিত থাকে এবং এই বোতলটি নির্গম-নল যোগে আবার একটি গাঢ় H₂SO₄ পূর্ণ দ্বিতীয় বোতলের সহিত যুক্ত থাকে ; দ্বিতীয় বোতলটি হইতে একটি নির্গম নল একটি শূন্য গ্যাসজারের মধ্যে স্থাপিত থাকে। গোলতল ফ্লাস্কটিতে কিছু ম্যাংগানিজ ডায়ক্সাইড চূর্ণ (MnO₂) লওয়া হয় ও ফানেল হইতে কিছু গাঢ় HCl উহাতে যোগ করা হয়। এখন গোলতল ফ্লাস্কটিকে তারজালির উপর বসাইয়া নিম্ন হইতে বাষ্পার যোগে উত্তপ্ত করিলে, ক্লোরিন

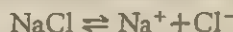
উদ্ভূত হয়। বিক্রিয়া : $MnO_2 + 4HCl = MnCl_2 + 2H_2O + Cl_2$

উৎপন্ন Cl₂, কিছু HCl গ্যাসের সহিত মিশ্রিত হইয়া নির্গম-নল পথে বাহিরে আসে ও প্রথম বোতলে এবং পরে দ্বিতীয় বোতলে প্রবেশ করে। প্রথম বোতলে HCl জলে দ্রাব্য বলিয়া শোষিত হয় এবং দ্বিতীয় বোতলে উৎপন্ন Cl₂ শুষ্ক হয় ; পরে শুষ্ক Cl₂ নির্গত হইয়া, শূন্য গ্যাসজারে বায়ু অপেক্ষা ভারী বলিয়া, বায়ুর উর্ধ্বাপসারণ দ্বারা সংগৃহীত হয় (চিত্র নং 13.9)।

□ সাধারণ উষ্ণতায় ক্লোরিন প্রস্তুতি : পরীক্ষাগারে সাধারণ উষ্ণতায় ক্লোরিন প্রস্তুত করিতে হইলে, একটি কোণাকৃতি ফ্লাস্কে (conical flask) কিছু কঠিন পটাশিয়াম পার্ম্যাংগানেট লইয়া উহার উপর বিন্দুপাতী ফানেল হইতে ফোঁটা ফোঁটা গাঢ় HCl যোগ করিলে, সাধারণ উষ্ণতায় ক্লোরিন উদ্ভূত হইয়া নির্গম-নল পথে বাহির হইয়া আসে।



□ ক্লোরিনের শিল্প প্রস্তুতি : গাঢ় NaCl দ্রবণের তড়িৎ-বিশ্লেষণ করিয়া NaOH বা গলিত NaCl হইতে Na-ধাতু প্রস্তুতকালে, ক্লোরিন উপজাত পদার্থরূপে পাওয়া যায় ; আধুনিক কালে ইহাই ক্লোরিনের শিল্প-উৎস।



ক্যাথোডে, $2\text{Na}^+ + 2e = 2\text{Na}$; $2\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{NaOH} + \text{H}_2 \uparrow$

অ্যানোডে, $2\text{Cl}^- - 2e = 2\text{Cl}$; $2\text{Cl} = \text{Cl}_2 \uparrow$

□ ক্লোরিনের ব্যবহার : ● ব্রিচিং পাউডার $[\text{Ca}(\text{OCl})\text{Cl}]$, ধাতব ক্লোরাইড, হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড, ব্রোমিন প্রভৃতি প্রস্তুতিতে, ● পানীয় জল নিৰ্বীজনের জন্য, ● সূতা ও কাগজ উৎপাদনের বিরঞ্জক রূপে, ● জৈব দ্রাবক যেমন CCl_4 প্রস্তুতিতে ও ● ধাতব স্বর্ণ নিষ্কাশনে—ক্লোরিন ব্যবহৃত হয়।

সংকেত—Br

অণু— Br_2

পরমাণু ভরসংখ্যা—85

পাঃ ওঃ—79°90

সর্ববহিঃস্থ কক্ষের ইলেকট্রন সজ্জা— $4s^2 4p^5$

যোজ্যতা—1, 3, 5.

ব্রোমিন
(Bromine)

□ পরীক্ষাগারে প্রস্তুতি : একটি কাচ-রিটর্টের মধ্যে গাঢ় H_2SO_4 ,



চিত্র নং 18'10

MnO_2 ও পটাশিয়াম (বা সোডিয়াম) ব্রোমাইড মিশ্র লইয়া তীব্র উত্তপ্ত করিলে

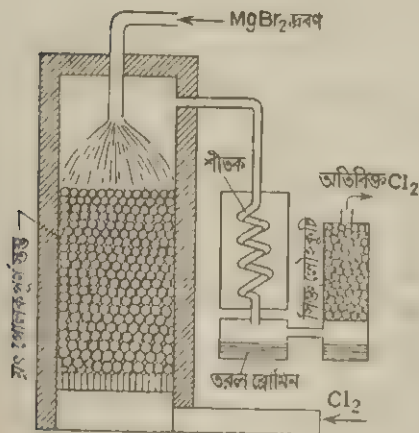
ব্রোমিন, গ্যাসরূপে উদ্ভূত হয়। এই গ্যাস জলযোগে শীতল করা একটি গ্রাহক দ্বায়ে সংগ্রহ করিলে, গাঢ় লাল তরলরূপে ব্রোমিন পাওয়া যায় (চিত্র নং 13'10)।



□ ব্রোমিনের শিল্প প্রস্তুতি : কার্ণালাইট খনিজের (Carnalite KCl,

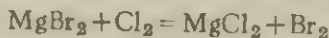
MgCl₂, 6H₂O) মধ্যে স্বল্প পরিমাণ ব্রোমিন—ম্যাগনেসিয়াম ব্রোমাইড যৌগরূপে থাকে। কার্ণালাইটের ঘন দ্রবণ কেলাসিত করিলে প্রথমত KCl কঠিনরূপে পৃথক হয়; অবশিষ্ট শেথদ্রবে (mother liquor) দ্রাব্য MgBr₂ থাকে।

এই শেথদ্রবটিকে উত্তপ্ত করিয়া 13'11 নং চিত্রাঙ্কযায়ী, একটি স্থূণ গোলক পূর্ণ স্থস্তের উপর হইতে পাতিত করা হয়; একই কালে স্থস্তের নিম্ন হইতে নল যোগে Cl₂ গ্যাস চালনা করা হয়।



চিত্র নং 13'11

উপেক্ষিত Cl₂, নিম্নগামী MgBr₂ দ্রবণের সহিত বিক্রিয়া করিয়া গ্যাসীয় ব্রোমিন মুক্ত করে।



গ্যাসীয় ব্রোমিন, নির্গম-নল পথে বাহির করিয়া শীতকে শীতল করিলে তরল ব্রোমিন পাওয়া যায়।

□ ব্রোমিনের ব্যবহার : ● ব্রোমাইড লবণ প্রস্তুতিতে, জৈব ও অজৈব কিছু ব্রোমাইড যৌগ নিদ্রাকারী ঔষধরূপে ব্যবহৃত হয়; ● বহু জৈব পদার্থ ও রঞ্জক প্রস্তুতিতে; ● 'অ্যাক্টিনক পেট্রোল'রূপে ইথিলিন ডাইব্রোমাইড প্রস্তুতিতে, ● ফটোগ্রাফিতে প্রয়োজনীয় সিলভার ব্রোমাইড প্রস্তুতিতে—ব্রোমিন ব্যবহৃত হয়।

সংকেত—I যোজ্যতা-1, 8, 5, 7

অণু—I₂

পরমাণু ভর-58

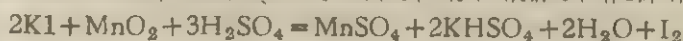
পাঃ ওঃ-126°90

সর্ববহিঃস্থ কক্ষের ইলেকট্রন সংখ্যা-5s²5p⁴

আয়োডিন
(Iodine)

আয়োডিন প্রাণীদের প্রয়োজনীয় উপাদান। মানবদেহে থাইরয়েড গ্র্যাণ্ডে আয়োডিন থাকে। কিছু সামুদ্রিক মাছের যকৃতে ও সামুদ্রিক উদ্ভিদে ইহা আয়োডেট লবণরূপে পাওয়া যায়।

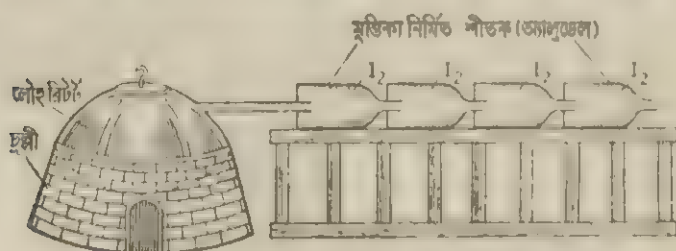
□ পরীক্ষাগারে প্রস্তুতি : একটি কাচ-রিটটের মধ্যে গাঢ় H_2SO_4 , MnO_2 ও পটাশিয়াম (বা সোডিয়াম) আয়োডাইড মিশ্র লইয়া তীব্র উত্তপ্ত করিলে আয়োডিন গ্যাসরূপে উদ্ভূত হয়। এই গ্যাস জলযোগে শীতল করা একটি গ্রাহক ফ্লাস্কে সংগ্রহ করিলে, কালো চকচকে কেলসরূপে কঠিন আয়োডিন পাওয়া যায়।



উত্তাপে কঠিন হইতে সোজাহুজি গ্যাসীয় অবস্থা এবং গ্যাসীয় অবস্থা হইতে শীতল করিলে সোজাহুজি কঠিন অবস্থা,—এই উর্ধ্বপাতন (sublimation) ধর্মটি আয়োডিনের আছে বলিয়া উহাকে উর্ধ্বপাতন দ্বারা,—সংশ্লিষ্ট অন্য দ্রব্য হইতে সহজেই পৃথক ও বিশোধন করা যায়।

আয়োডিনের শিল্প প্রস্তুতি : ল্যামিনেরিয়া (lamineria) জাতীয় আয়োডিনযুক্ত সামুদ্রিক উদ্ভিদকে শুষ্ক ও পরে দহন করিলে যে ভস্ম পাওয়া যায় উহাকে ‘কেল’ (kelp) বলা হয়।

কেলকে একটি লৌহ রিটটে গাঢ় H_2SO_4 যোগে তীব্র উত্তপ্ত করা হয় ও উৎপন্ন আয়োডিন বাষ্পকে—শ্রেণীবদ্ধ যান্ত্রিকানির্মিত শীতকে (আলুডেল—aludel) শীতল



চিত্র নং 18:12

করিয়া, শীতক গাত্র হইতে কঠিনীকৃত আয়োডিন পাওয়া যায়, উৎপন্ন আয়োডিনকে পরে উর্ধ্বপাতন দ্বারা বিশোধন করা হয়। (চিত্র 13:12)

□ আয়োডিনের ব্যবহার : ● জীবাণুনাশক দ্রব্য ‘টিংচার আয়োডিন’-রূপে (টিংচার আয়োডিন দ্রব্য = আয়োডিন, পটাশিয়াম আয়োডাইড, জল ও অ্যালকোহলের মিশ্রণ), ● পাথরয়েড গ্রাণের নানা ব্যাধির চিকিৎসায়, ● আয়োডোফর্ম (CHI_3) প্রস্তুতিতে, ● ফটোগ্রাফীর নানা কাজে, ● রক্তক প্রস্তুতিতে; ● রসায়নাগারে বিক্রিয়করূপে এবং আয়তনমাত্রিক বিশ্লেষণে (volumetric analysis) প্রবলরূপে—আয়োডিন ব্যবহৃত হয়।

* ফ্লোরিন, ব্রোমিন ও আয়োডিন একত্রে হ্যালোজেন পরিবারভুক্ত মৌল (Halogen family of element) রূপে, উহাদের মধ্যে পরেব পৃথিবী তালিকা অনুসারে ক্রমিক শাদৃশ্য ও বৈশাদৃশ্যগুলি লক্ষ্য করা যায়।

* ফ্লোরিন হ্যালোজেনগুলির মধ্যে নানা ধর্মে বিশিষ্ট বলিয়া উহাকে পৃথক আলোচনা কর চয়

ক্লোরিন-ব্রোমিন-আয়োডিনের তুলনা

রাসায়নিক সাদৃশ্য	Cl	Br	I
1. পরমাণু ক্রমিক	17	35	53
2. বহিঃকক্ষ ইলেকট্রন সংখ্যা	$3s^2 3p^5$	$4s^2 4p^5$	$5s^2 5p^5$
3. পারমাণবিক ওজন	35.46	79.90	126.90
4. তড়িৎ ঋণাত্মকতা	2.83	2.47	2.21
5. সাধারণ যোজ্যতা	-1, +1, +3, +5, +7.	-1, +1, +3, +5,	-1, +1, +3, +5, +7.
6. অবস্থা	গ্যাস	তরল	কঠিন
7. বর্ণ	সবুজাভ হলুদ	লাল	গাঢ় বেগুনী
8. প্রস্তুতি	$2NaCl + 3H_2SO_4 + MnO_2 = 2NaHSO_4 + MnSO_4 + 2H_2O + Cl_2$	$2KBr + 3H_2SO_4 + MnO_2 = 2KHSO_4 + MnSO_4 + 2H_2O + Br_2$	$3KI + 3H_2SO_4 + MnO_2 = 2KHSO_4 + MnSO_4 + 2H_2O + I_2$
9. হাইড্রোজেনের সহিত বিক্রিয়া ও হাইড্রাইডের ধর্ম	হাইড্রাইড উৎপন্ন হয় $H_2 + Cl_2 = 2HCl$ বিক্রিয়াটি পূর্বালোকের উপস্থিতিতে ঘটে। HCl উত্তাপে বিয়োজিত হয় না। HCl-এর জলীয় দ্রবণ তীব্র এক-কারীয় অম্ল। HCl বিজারক নয়।	হাইড্রাইড উৎপন্ন হয় $H_2 + Br_2 = 2HBr$ বিক্রিয়াটি সম্ভব করিতে উত্তাপ লাগে। HBr উত্তাপে বিয়োজিত হয়। HBr-এর জলীয় দ্রবণ তীব্র এক-কারীয় অম্ল। HBr বিজারক পদার্থ।	হাইড্রাইড উৎপন্ন হয় $H_2 + I_2 = 2HI$ বিক্রিয়াটি সম্ভব করিতে উত্তাপ লাগে। HI উত্তাপে বিয়োজিত হয়। HI-এর জলীয় দ্রবণ এক-কারীয় অম্ল। HI বিজারক পদার্থ।

রাসায়নিক সাদৃশ্য	Cl	Br	I
10. অধাতুর সহিত বিক্রিয়া	O এবং C বাদে প্রায় সকল অধাতুর সহিত সোজাহুজি বিক্রিয়া করে। অধিকাংশ ধাতুই জলিতে থাকে ও ধাতব ক্লোরাইড উৎপন্ন হয়।	O, C এবং Si বাদে প্রায় সকল অধাতুর সহিত সোজাহুজি বিক্রিয়া করে। অধিকাংশ ধাতুই বিক্রিয়া করে ও ধাতব ব্রোমাইড উৎপন্ন হয়।	P, As এবং অল্প হ্যালোজেনের সহিত সোজাহুজি বিক্রিয়া করে। অধিকাংশ ধাতুই বিক্রিয়া করে ও ধাতব আয়োডাইড উৎপন্ন হয়।
11. ধাতুর সহিত বিক্রিয়া	বিজারক পদার্থকে জারিত করে। বিক্রিয়াহীন	বিজারক পদার্থকে জারিত করে। ওজোনের সহিত বিক্রিয়া করে।	বিজারক পদার্থকে জারিত করে। ওজোন, নাইট্রিক অ্যাসিড দ্বারা জারিত হয়।
12. বিজারক পদার্থের সহিত বিক্রিয়া	অম্লের মিশ্র উৎপন্ন হয়। $H_2O + Cl_2 = HCl + HOCl$	অম্লের মিশ্র উৎপন্ন হয়। $H_2O + Br_2 = HBr + HOBr$	অম্লের মিশ্র উৎপন্ন হয়। $H_2O + I_2 = HI + HOI$
13. জারক পদার্থের সহিত বিক্রিয়া	$Cl_2O, ClO, ClO_2, Cl_2O_7$	Br_2O, BrO_2, BrO_3	I_2O_5
14. জলের সহিত বিক্রিয়া	$HOCl, HClO_2, HClO_3, HClO_4$	$HOBr, HBrO_3$	HOI, HIO_3, H_5IO_6
15. উৎপন্ন প্রধান অক্সাইড			
16. উৎপন্ন অক্সিঅ্যাসিড			

17. ফারের সহিত বিক্রিয়া

নীতল ও লঘু ফারের সহিত
ক্লোরাইড ও হাইপোক্লোরাইট
লবণ উৎপন্ন করে। 2NaOH
+ $\text{Cl} = \text{NaCl} + \text{NaOCl}$
+ H_2O উষ্ণ ও গাঢ় ফারের
সহিত ক্লোরাইড ও ক্লোরেট লবণ
উৎপন্ন করে।
 $6\text{NaOH} + 3\text{Cl}_2$
= $5\text{NaCl} + \text{NaClO}_3$
+ $3\text{H}_2\text{O}$

18. বিরক্তক ধর্ম

বিরক্তক

19. ষ্টার্চ দ্রবণের সহিত বিক্রিয়া

বিক্রিয়াশীল
বিক্রিয়াশীল

20. CCl_4 দ্রাবকের সহিত

বিক্রিয়া

21. সক্রিয়তা

সক্রিয় মৌল

ব্রোমাইড ও আয়োডাইড লবণ
হইতে প্রতিস্থাপন বিক্রিয়ায় Br_2
ও I_2 মুক্ত করে।
 $2\text{MBr} + \text{Cl}_2 = 2\text{MCl} + \text{Br}_2$
 $2\text{MI} + \text{Cl}_2 = 2\text{MCl} + \text{I}_2$
 $2\text{KI} + \text{Cl}_2 = 2\text{KCl} + \text{I}_2$

22. KI-এর সহিত বিক্রিয়া

$2\text{KI} + \text{Br}_2 = 2\text{KBr} + \text{I}_2$

Br

নীতল ও লঘু ফারের সহিত
ব্রোমাইড ও হাইপোব্রোমাইট
লবণ উৎপন্ন করে।
 $2\text{NaOH} + \text{Br}_2$
= $\text{NaBr} + \text{NaOBr} + \text{H}_2\text{O}$

উষ্ণ ও গাঢ় ফারের সহিত
ব্রোমাইট ও ব্রোমেট লবণ
উৎপন্ন করে।
 $6\text{NaOH} + 3\text{Br}_2 = 5\text{NaBr}$
+ $\text{NaBrO}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$

মৃদু বিরক্তক
দ্রবণের বর্ণ কমলা রঙ হয়।
দ্রবণের বর্ণ হলুদ বা কমলা রঙ
হয়।
সক্রিয় মৌল।

আয়োডাইড লবণ হইতে প্রতি-
স্থাপন বিক্রিয়ায় I_2 মুক্ত করে।
 $2\text{MI} + \text{Br}_2 = 2\text{MBr} + \text{I}_2$

I

নীতল ও লঘু ফারের সহিত
আয়োডাইড ও হাইপোআয়ো-
ডাইট লবণ উৎপন্ন করে।
 $2\text{NaOH} + \text{I}_2 = \text{NaI}$
+ $\text{NaOI} + \text{H}_2\text{O}$

উষ্ণ ও গাঢ় ফারের সহিত
আয়োডাইড ও অয়োডেট লবণ
উৎপন্ন করে।
 $6\text{NaOH} + 3\text{I}_2 = 5\text{NaI}$
+ $\text{NaIO}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$

প্রায় বিরক্তকধর্মহীন
দ্রবণের বর্ণ নীল হয়।
দ্রবণের বর্ণ গোলাপী হয়।

অতি কম মাত্রায় সক্রিয় মৌল।
ক্লোরাইড ও ব্রোমাইড লবণের
সহিত বিক্রিয়াশীল।

প্রশ্নাবলী

1. (a) কার্বনের বিভিন্ন বরূপগুলি বিবৃত কর। গ্রাফাইট কৃত্রিমভাবে কিরূপে প্রস্তুত হয়? হীরক ও গ্রাফাইটের ধর্মগুলির তুলনামূলক আলোচনা কর।

(b) হীরক, তাপ ও তড়িৎ অপরিবাহী এবং কঠিন, কিন্তু গ্রাফাইট তাপ ও তড়িৎ কুপরিবাহী এবং নমনীয় পদার্থ কেন? [Jt. Entr. 1979]

(c) কার্বনের বিভিন্ন রূপভেদগুলি একই কার্বন ও মৌলের পকার স্বেদ-ইহার একটি পরীক্ষা বর্ণনা কর।

2. সংক্ষিপ্ত টীকা লিখ: গ্রাফাইট, হীরক, আন্তরিক রাফ, গ্যাস কার্বন, কোক, কয়লা উচ্ছৃঙ্খলিত অক্সার।

3. (a) ফসফোরাসের প্রাকৃতিক অবস্থান কি? অস্তিত্ব কি? অস্তিত্ব হতে ফসফোরাস কিরূপে প্রস্তুত হয়? ফসফোরাসের কয়েকটি ভৌত ও রাসায়নিক ধর্ম আলোচনা কর।

(b) নাইট্রোজেন ও ফসফোরাসের একটি সংক্ষিপ্ত তুলনামূলক আলোচনা কর।

4. (a, b) বরূপভেদ কি? ফসফোরাসের রূপভেদগুলির একটি তুলনামূলক আলোচনা কর। সাধারণ ফসফোরাসকে লাল ফসফোরাস এবং লাল ফসফোরাসকে সাধারণ ফসফোরাসে কিরূপে পরিণত করা যায়?

(c) ফসফোরাসের সহিত নিম্নলিখিত বিক্রিয়কগুলির বিক্রিয়া, সমীকরণ যোগে আলোচনা কর:

(i) Cl_2 , (ii) $NaOH$ দ্রবণ, (iii) উষ্ণ গাঢ় HNO_3 , (iv) $CaSO_4$ -দ্রবণ।

5. (a) সালফার প্রকৃতিতে কিরূপে পাওয়া যায়? 'ফাল পদ্ধতি'তে ভূগর্ভস্থ সালফার কিরূপে নিষ্কাশিত হয়, বর্ণনা কর। সালফারের বোজাতা কি কি?

(b) 'নিম্নলিখিত বিক্রিয়কগুলির সহিত সালফারের বিক্রিয়া, সমীকরণ যোগে আলোচনা কর:

(i) C , (ii) Cl_2 , (iii) উষ্ণ গাঢ় H_2SO_4 , (iv) উষ্ণ গাঢ় HNO_3 , (v) উষ্ণ গাঢ় KOH ।

6. সালফারের বিভিন্ন রূপভেদগুলির একটি আলোচনা কর। রূপভেদগুলি একই মৌল হইবে সত্য—কিরূপে প্রমাণ করা যাইবে? সালফারের কয়েকটি ব্যবহার উল্লেখ কর। 'ভালকানাইজেশন অফ রবার' বলিতে কি বুঝায়?

7. 'হ্যালোজেন মৌল সমূহ' বলিতে কি বুঝ? হতাশের 'হ্যালোজেন' বলি হয় কেন? তিনটি হ্যালোজেন মৌলের তুলনামূলক আলোচনা কর।

8. পরীক্ষাগারে বোরিন কিরূপে প্রস্তুত হয়? বোরিনের সহিত নিম্নলিখিত বিক্রিয়কগুলির বিক্রিয়া সমীকরণযোগে আলোচনা কর:—

(i) লব্ধিক পটাশ দ্রবণ

(iv) $Ca(OH)_2$ দ্রবণ

(ii) চন্দ্র ও গাঢ় কঠিন পটাশ দ্রবণ

(v) H_2S দ্রবণ

(iii) পটাশিয়াম আয়োডাইড দ্রবণ।

9. পরীক্ষাগারে বোরিন কিরূপে প্রস্তুত হয়? বোরিনের সহিত ফ্লোরের 'বিভিন্ন অবস্থায় বিক্রিয়া কি? বোরিনের কয়েকটি ব্যবহার উল্লেখ কর।

10. আয়োডিনের শির প্রস্তুতি বর্ণনা কর। আয়োডিনের সহিত নিম্নলিখিত বিক্রিয়কগুলির বিক্রিয়া বর্ণনা কর—(i) জল, (ii) ফ্লোর দ্রবণ, (iii) পটাশিয়াম আয়োডাইড দ্রবণ, (iv) হাইড্রোজেন, (v) নাইট্রিক অ্যাসিড।

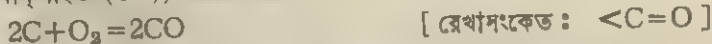
11. (i) ক্লোরাইড হইতে Cl_2 প্রস্তুতিতে গাঢ় H_2SO_4 এর সহিত MnO_2 ব্যবহার করিতে হয়, কিন্তু ব্রোমাইড ও আয়োডাইড হইতে যথাক্রমে Br_2 ও I_2 প্রস্তুত করিতে শুধু গাঢ় H_2SO_4 যোগ করিলেই চলে। কেন?
- (ii) ক্লোরাইডের তড়িৎবিশ্লেষণে গ্রাফাইট বা কার্বন অ্যানোড ব্যবহার করা হয় কেন?
- (iii) Cl , Br ও I এর মধ্যে সক্রিয়তা ও জারণ ধর্মের ক্রমানুসার কি? পরীক্ষাযোগে কিরূপে ঐ ক্রমানুসার সমর্থিত হয়?
- (iv) ফসফোরাসকে একটি বিজারক মৌল বলা যায়। দুইটি বিক্রিয়াযোগে উক্তটির বাথার্থ্য প্রমাণ কর।
12. টীকা লিখ : লিগনাইট, প্রাস্টিক সালফার, কেল টিচার অ্যামোনিয়াম।
-

কার্বন মনোক্সাইড—কার্বন ডায়ক্সাইড—সিলিকা—নাইট্রাস অক্সাইড—নাইট্রিক অক্সাইড—নাইট্রোজেন ডায়ক্সাইড—নাইট্রোজেন টেট্রাক্সাইড—নাইট্রোজেন পেন্টক্সাইড—ফসফোরাস ট্রাইক্সাইড—ফসফোরাস পেন্টক্সাইড—সালফার ডায়ক্সাইড—সালফার ট্রাইক্সাইড।

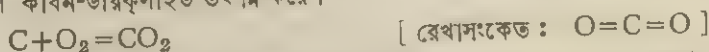
কার্বন মনোক্সাইড (Carbon Monoxide)

কার্বন, অক্সিজেনের সহিত বিক্রিয়ায় দুইটি যৌগ গঠন করে :—

- অপরিপূর্ণ মাত্রার অক্সিজেনের সহিত বিক্রিয়ায় কার্বন, 'অপূর্ণ যৌগ' কার্বন-মনোক্সাইড (CO), উৎপন্ন করে।



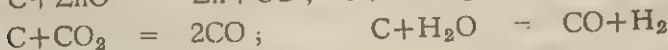
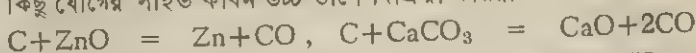
- পরিপূর্ণ ও অতিরিক্ত মাত্রার অক্সিজেনের সহিত বিক্রিয়ায়, কার্বন 'পূর্ণ যৌগ' কার্বন-ডায়ক্সাইড উৎপন্ন করে।



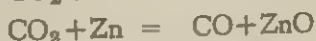
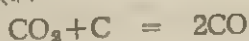
কার্বন বা কার্বনযুক্ত জৈব যৌগের অপূর্ণ পরিমাণ বায়ুতে দহন কালে কার্বন মনোক্সাইড উৎপন্ন হয়। ওয়াটার গ্যাস (water gas), প্রডিউসার গ্যাস (producer gas) ও কোল গ্যাস (coal gas)—কার্বন মনোক্সাইড বর্তমান থাকে। ব্লাস্ট ফার্নেসের নির্গত গ্যাস এবং অন্যান্য কলকারখানার চিমনির ধোঁয়া, উনানের ধোঁয়া, ডিজেল বা পেট্রল চালিত ইঞ্জিন হইতে নির্গত গ্যাস প্রভৃতিতেও ইহা বর্তমান থাকে।

□ কার্বন মনোক্সাইডের প্রস্তুতি :

- কিছু যৌগের সহিত কার্বন উচ্চ তাপে বিক্রিয়া করিয়া CO উৎপন্ন করে।

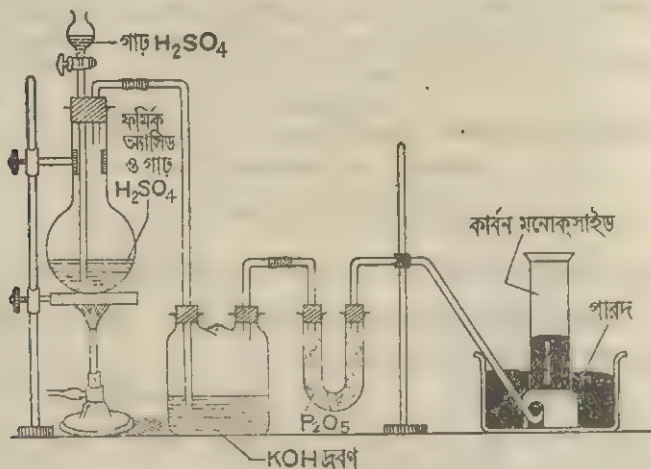


- কার্বন ডায়ক্সাইডকে উচ্চতাপে—C, Zn, Fe প্রভৃতির উপর চালিত করিলে, CO উৎপন্ন হয়।



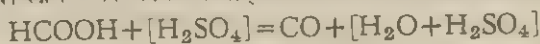
- পরীক্ষাগারে শুষ্ক CO প্রস্তুতির জন্য, একটি দীর্ঘনল ফানেলযুক্ত ফ্লাস্কে কিছু ফর্মিক অ্যাসিড (formic acid—HCOOH) বা উহার লবণ লইয়া গাঢ়

সালফিউরিক অ্যাসিডের সহিত উত্তপ্ত করিলে, কার্বন মনোক্সাইড গ্যাস উৎপন্ন হয় ; এই গ্যাসের সহিত কিছু SO_2 ও CO_2 মিশ্রিত থাকিতে পারে বলিয়া, ইহাকে কঠিক



চিত্র নং 14'1

পটাশ দ্রবণ পূর্ণ একটি উলফ্ বোতলের মধ্য দিয়া চালিত করিয়া ঐগুলি মুক্ত করা হয় ; পরে উৎপন্ন কার্বন মনোক্সাইড গ্যাসকে কঠিন কসফোরাস পেন্টক্সাইড যুক্ত U-নলের মধ্য দিয়া চালিত করিয়া শুষ্ক করা হয় ও পারদের অপসারণ দ্বারা গ্যাসজারে সংগ্রহ করা হয়। এই কার্বন মনোক্সাইড গ্যাস প্রায় বিষাক্ত (চিত্র নং 14'1)।

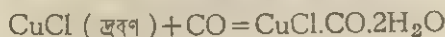


শুদ্ধ CO প্রয়োজন না হইলে সাধারণভাবে, ইহাকে জলের উপর সংগ্রহ করা যায়।

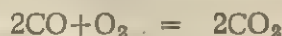
□ কার্বন মনোক্সাইডের ধর্ম :

ভৌত ধর্ম—ইহা বর্ণহীন, গন্ধহীন, স্বাদহীন গ্যাস। ইহার ফ্রুটনাংক -192°C এবং গলনাংক -207°C । ইহা জলে অতি অল্প দ্রাব্য। ইহা অতি বিষাক্ত গ্যাস। শ্বাসবায়ুর সহিত ইহা গৃহীত হইলে ইহা রক্তের হিমোগ্লোবিনের সহিত যুক্ত হইয়া উহার অক্সিজেন গ্রহণ ক্ষমতা বিনষ্ট করিয়া দেয়।

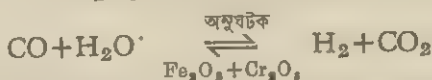
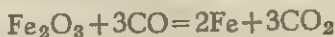
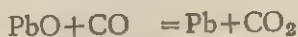
রাসায়নিক ধর্ম—● ইহা কিউপ্রাস ক্লোরাইড দ্রবণ দ্বারা শোষিত হয়।



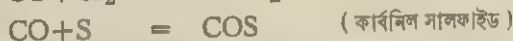
● ইহা দহন সহায়ক নয়, কিন্তু দাহ্য ; দহনকালে ইহা নীল শিখা উৎপন্ন করিয়া জলে ও কার্বন ডায়ক্সাইড উৎপন্ন হয়।



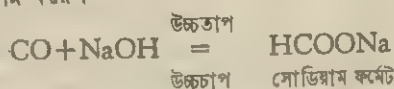
● ইহা শক্তিশালী বিজারক পদার্থ এবং উচ্চতাপে ধাতব ও অধাতব অক্সাইডকে বিজারিত করে।



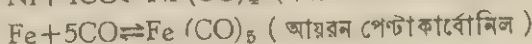
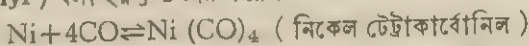
● অপূর্ণ যৌগ বলিয়া নানা বিক্রিয়কের সহিত ইহার সংযোজন বিক্রিয়া ঘটে।



● প্রথম অক্সাইড বলিয়া ইহার জলের বা চূনের জলের সহিত বিক্রিয়া নাই। কিন্তু উচ্চতাপ (200°C) এবং চাপে ইহা কষ্টিক সোডা দ্রবণের সহিত বিক্রিয়া করিয়া সোডিয়াম ফর্মেন্ট উৎপন্ন করে।



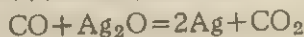
● কিছু ধাতুর সহিত ইহা বিশেষ একশ্রেণীর জটিল যৌগ [ইহাদের কার্বোনিল (carbonyl) বলা হয়] উৎপন্ন করে।



□ নিরীক্ষা :

● ইহা অ্যামোনিয়া বা HCl যুক্ত কিউগ্রাস ক্লোরাইড দ্রবণে শোষিত হয়।

● দহন কালে ইহা নীলশিখায় জলে ও CO₂ উৎপন্ন করে ; উৎপন্ন CO₂ চূনের জল ঘোলা করে। ● পিরিডিন (pyridene) দ্রবণে দ্রবীভূত Ag₂O-কে ইহা বিজারিত করিয়া ধাতব সিলভারে পরিণত করে।



□ ব্যবহার :

● প্রোডিউসার গ্যাস ও ওয়াটার গ্যাসরূপে ইহাকে জালানীতে ব্যবহার করা হয় ; ● ইহার সহিত H₂ মিশ্রিত করিয়া অনুঘটকের সাহায্যে কৃত্রিম পেট্রল প্রস্তুত করা হয় ; ● ইহা বিজারক পদার্থরূপে ব্যবহার করা হয়। ● নিকেল ধাতুর নিষ্কাশনে ইহা ব্যবহৃত হয়।

কার্বন ডায়ক্সাইড

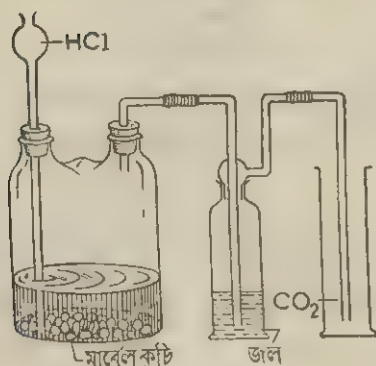
(Carbon Dioxide)

কার্বন ডায়ক্সাইড (CO₂) প্রাকৃতিক কার্বনচক্রের অগ্রতম উপাদান। ইহা বায়ুমণ্ডলে সামান্য পরিমাণে (0.3%) বর্তমান থাকে। কিছু প্রস্রবণের জলে ইহার

অস্তিত্ব পাওয়া যায়। সন্ধানক্রিয়া (fermentation), দহনক্রিয়া ও জৈব-পদার্থের পচন হইতেও ইহা প্রকৃতিতে উৎপন্ন হয়। সংযুক্ত অবস্থায়, ইহা নানা খনিজে,— কার্বনেট-লবণরূপে বর্তমান থাকে যেমন মার্বেল পাথর বা ক্যালসিয়াম কার্বনেট (CaCO_3), ক্যালামাইন (ZnCO_3) ইত্যাদি।

□ কার্বন ডায়ক্সাইডের প্রস্তুতি :

- কার্বনেট-লবণগুলির উপর খনিজ অম্লের ক্রিয়ায় কার্বন ডায়ক্সাইড উৎপন্ন হয়। সাধারণত এই পদ্ধতিটিই পরীক্ষাগারে কার্বন ডায়ক্সাইড প্রস্তুত-কালে অনুসৃত হয়।

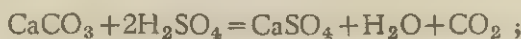


চিত্র নং 14.2

ইহা জলে দ্রাব্য বলিয়া ইহাকে জলের উপর সংগ্রহ করা যায় না। বাতাস অপেক্ষা ভারী বলিয়া ইহাকে বায়ুর উর্ধ্বাপসারণ দ্বারা গ্যাসজারে সংগ্রহ করা হয় (চিত্র নং 14'2)।

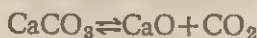


এই প্রস্তুতিতে সালফিউরিক অ্যাসিড ব্যবহার করিলে প্রথমাংশে বিক্রিয়া ঘটিয়া CO_2 উৎপন্ন হইবে :



কিন্তু কিছুক্ষণ পরেই উৎপন্ন CaSO_4 অদ্রাব্য কঠিনরূপে মার্বেল পাথরের কুচি-গুলির উপরে স্তররূপে জমিয়া— H_2SO_4 -এর সহিত CaCO_3 -এর সংযোগ বিচ্ছিন্ন করিয়া দিবে ও বিক্রিয়াটি বন্ধ হইয়া যাইবে।

- ধাতব কার্বনেটগুলি* উচ্চতাপে বিয়োজিত হইয়া CO_2 উৎপন্ন করে।

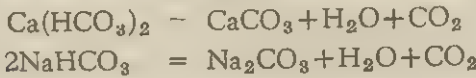


CO_2 -এর শিল্প প্রস্তুতিতে এই পদ্ধতিটিই অনুসৃত হয়। এই পদ্ধতিতে একটি বিশেষ ধরণের চুল্লীতে, মার্বেল পাথর বা ক্যালসিয়াম কার্বনেটের অল্প উৎস (যেমন শামুকের খোলা ইত্যাদি) তীব্র উত্তপ্ত করা হয়। উৎপন্ন CO_2 , চুল্লীর নির্গমনল

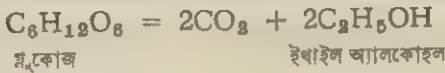
* ক্ষারীয় ধাতুর কার্বনেটগুলি যেমন, Na_2CO_3 , K_2CO_3 উচ্চতাপে বিয়োজিত হয় না।

দিয়া বাহির হইয়া আসে। চুল্লী শীতল করিয়া, ভিতর হইতে চুন (CaO) সংগ্রহ করা হয়।

- বাইকার্বনেট লবণগুলিকে তীব্র উত্তপ্ত করিলে CO_2 উৎপন্ন হয়।



- আলকোহলের সন্ধান বিক্রিয়ায় CO_2 সহজাত পদার্থরূপে উৎপন্ন হয়।



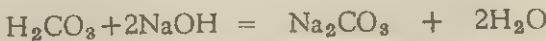
□ কার্বন ডায়ক্সাইডের ধর্ম:

ভৌত ধর্ম—ইহা বায়ু অপেক্ষা ভারী গ্যাস। ইহার একটি মৃদু গন্ধ ও মৃদু অম্ল স্বাদ আছে। চাপযোগে ইহা সহজে তরল হইয়া যায়; তরল CO_2 একটি হিমায়ক। তরল CO_2 -এর সহসা বাষ্পীভবন করিলে কঠিন CO_2 উৎপন্ন হয়; ইহাকে ‘শুষ্ক বরফ’ (dry ice) বলা হয়; ইহা বরফের পরিবর্তে হিমায়ক রূপে বহুল ব্যবহৃত হয়। ‘শুষ্ক বরফ’ উত্তাপে সোজা জ্বলি গ্যাসীয় CO_2 -রূপে পরিণত হয়। ইহা জলে যথেষ্ট দ্রাব্য।

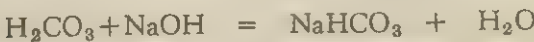
রাসায়নিক ধর্ম—● ইহা একটি নিরুদক এবং জলে দ্রাব্য হইয়া দ্বিকারীয় অম্ল, —কার্বনিক অ্যাসিড উৎপন্ন করে।



কার্বনিক অ্যাসিড অস্থায়ী মৃদু অম্ল; ইহাকে জল হইতে পৃথক করা যায় না। কিন্তু ইহার লবণগুলি স্থায়ী। ইহা কার্বনেট ও বাইকার্বনেট দুই শ্রেণীর লবণ উৎপন্ন করে।



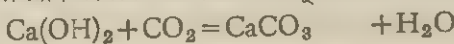
সোডিয়াম কার্বনেট



সোডিয়াম বাইকার্বনেট

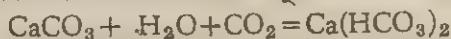
● ইহা দাহ্য ও নয়, দহন সহায়কও নয়। জলন্ত কাঠি CO_2 গ্যাসদ্বারা প্রবিষ্ট করাইলে, উহা নিভিয়া যায়। ইহা বায়ু অপেক্ষা ভারী বলিয়া বায়ুস্তরকে বিচ্যুত করে এবং অগ্নিনির্বাপন কালে ব্যবহার করিলে ইহা জলন্ত বস্তু হইতে বায়ুস্তরের বিচ্যুতি ঘটাইয়া দহনের প্রয়োজনীয় বায়ুসংযোগ ছিন্ন করিয়া দেয়; কলে অগ্নি নির্বাপিত হয়।

● ইহা অম্লিক অক্সাইড বলিয়া ক্ষারীয় হাইড্রক্সাইড চুনের জলের সহিত অদ্রাব্য ক্যালসিয়াম কার্বনেট উৎপন্ন করিয়া চুনের জল ঘোলা করে।



ক্যালসিয়াম কার্বনেট

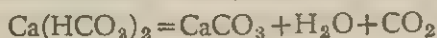
অতিরিক্ত মাত্রায় CO_2 পূর্বোক্ত ঘোলা চুনের জলে চালনা করিলে, দ্রাব্য ক্যালসিয়াম বাইকার্বনেট উৎপন্ন হইয়া চুনের জল স্বচ্ছ হইয়া যায়।



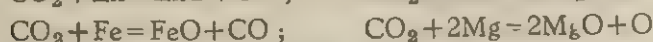
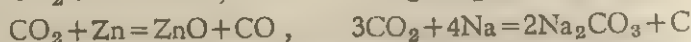
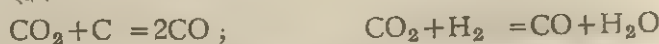
ক্যালসিয়াম কার্বনেট

ক্যালসিয়াম বাইকার্বনেট

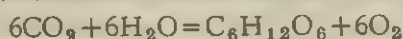
এই স্বচ্ছ ক্যালসিয়াম বাইকার্বনেট দ্রবণকে উত্তাপ দিলে ক্যালসিয়াম বাইকার্বনেট পুনরায় ক্যালসিয়াম কার্বনেটে পরিণত হয় ও দ্রবণটি আবার ঘোলা হইয়া যায়।



● ইহা একটি স্থায়ী যৌগ কিন্তু উচ্চতাপে ধাতু, কার্বন প্রভৃতির দ্বারা ইহা বিজারিত হয়।



●, সবুজ উদ্ভিদগুলি জৈব-যৌগ ক্লোরোফিলের সাহায্যে স্থানালোকের উপস্থিতিতে CO_2 হইতে শালোকসংশ্লেষ বিক্রিয়ায় শর্করা উৎপন্ন করে ও O_2 বিমুক্ত করে।

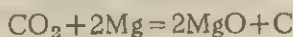


□ নিরীক্ষা :

● ইহা বায়ু অপেক্ষা ভারী, জলে দ্রাব্য, বর্ণহীন ও প্রায় গন্ধহীন গ্যাস।

● ইহা চুনের জলে চালিত করিলে চুনের জল ঘোলা হয় ; ঘোলা দ্রবণে ইহা অতিরিক্ত পরিমাণ চালনা করিলে, দ্রবণটি স্বচ্ছ হইয়া যায়।

● CO_2 -পূর্ণ গ্যাসভারে জনস্থ Mg -তার জলিতে থাকে ও কৃষ্ণবর্ণের কার্বন বিমুক্ত হয়।



এই পরীক্ষাটি প্রমাণ করে, কার্বন ডায়ক্সাইডে কার্বন আছে।

□ ব্যবহার :

● অগ্নিনির্বাপক রূপে ; ● বাতায়িত জল, (aerated water) যেমন সোডাওয়াটার, লেমনেড প্রভৃতি প্রস্তুতিতে ; ● শুষ্ক বরফ প্রস্তুতিতে ; ● সলভে পদ্ধতিতে (Solvay Process) সোডিয়াম কার্বনেটের শিল্প প্রস্তুতিতে এবং ইউরিয়া ও স্যালিসিলিক অ্যাসিড প্রস্তুতিতে কার্বন ডায়ক্সাইড ব্যবহৃত হয়।

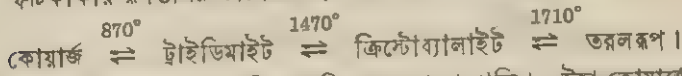
সিলিকা বা সিলিকন ডায়ক্সাইড (SiO_2)

অধাতু সিলিকনের (Si) কঠিন অক্সাইড যৌগের নাম সিলিকা বা সিলিকন ডায়ক্সাইড। ইহা প্রকৃতিতে অনিয়তাকার ও স্ফটিকাকারে পাওয়া যায় ;

● অনিয়তাকার রূপে ইহার অস্তিত্বগুলি—ওপাল (opal), অ্যাগেট (agate) ও ফ্লিন্ট (flint)।

● স্ফটিকাকাররূপে ইহার অস্তিত্বগুলি—কোয়ার্জ (quartz), ট্রাইডিমাইট (trydymite) ও ক্রিস্টোব্যালাইট (cristobalite)।

স্ফটিকাকার রূপগুলির তাপের সহিত পারস্পরিক পরিবর্তন ঘটে—



সিলিকার সর্বাধিক পরিচিত অস্তিত্ব বালুকা বা বালি। ইহা কোয়ার্জের ক্ষয়িত রূপ। বিশুদ্ধরূপে সিলিকা সাদা; সাধারণ বালিতে লৌহ কলুষ পদার্থরূপে থাকায় ইহার রঙ হলুদ।

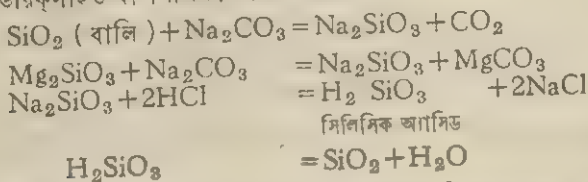
সিলিকার নানা রঙীন* রূপ—মণিরূপে সমাদৃত; যেমন পান্না (emerald), গোমেদ (amethyst), বৈদূর্যমণি (cat's eye), ওপাল (opal) ইত্যাদি।

সিলিকা প্রকৃতিতে অল্প ধাতব অক্সাইডের সহিত মিশ্রিত হইয়া ধাতব সিলিকেটরূপেও বর্তমান থাকে। অত্র, চীনা মাটি, অ্যাসবেস্টস, সাধারণ মাটি—এগুলি নানা সিলিকেট হইতে সজাত।

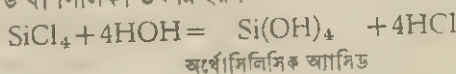
বাণিজ্যাতীয় উদ্ভিদের তন্তুতে এবং বাঁশে সিলিকা থাকে। একজাতীয় ক্ষুদ্র উদ্ভিদের দেহাবশেষরূপে, সচ্ছিন্ন সিলিকার আরেকটরূপ পাওয়া যায়; ইহাকে কিসেলগুর (kieselguhr) বলা হয়। স্পঞ্জও সিলিকা থাকে।

□ সিলিকার প্রস্তুতি :

● ধাতব সিলিকেট বা বালিকে, সোডিয়াম কার্বনেটের সহিত উত্তাপে গলিত করিলে, সোডিয়াম সিলিকেট উৎপন্ন হয়; উৎপন্ন সোডিয়াম সিলিকেট উত্তপ্ত জল দ্বারা দ্রবীভূত করিয়া, ঐ দ্রবণে গাঢ় HCl যোগে বিক্রিয়া করিলে জেলির ন্যায় অদ্রাব্য সিলিসিক অ্যাসিড উৎপন্ন হয়। সিলিসিক অ্যাসিডকে HCl ও জল দ্বারা বারংবার ধৌত করিয়া, অবশেষে উষ্ণকে তীব্র উত্তপ্ত করিলে স্বেতবর্ণের চূর্ণরূপে সিলিকন ডায়ক্সাইড বা সিলিকা পাওয়া যায়।



● সিলিকন টেট্রাক্লোরাইড গ্যাসকে জলে চালিত করিলে অদ্রাব্য অর্থোসিলিসিক অ্যাসিড উৎপন্ন হয়; ইহাকে পৃথক ও ধৌত করিয়া, তীব্র উত্তপ্ত করিলে সিলিকন ডায়ক্সাইড বা সিলিকা উৎপন্ন হয়।

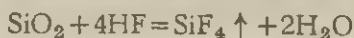


* অতি অল্প পরিমাণে বিভিন্ন বিশেষ বিশেষ ধাতু কলুষ পদার্থরূপে বর্তমান থাকিলে সিলিকা রঙীন হয়।

□ সিলিকার ধর্ম :

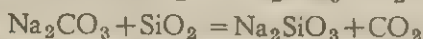
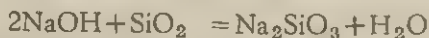
ভৌতধর্ম—বেলাসরূপে সিলিকা সাদা কঠিন পদার্থ। ইহার গলনাংক 1710°C ; এই উষ্ণতার উপরে ইহা গলিত হইয়া কাচের মতো রূপ ধারণ করে ও উহা হইতে নানা আকৃতির তাপসহ-ইষ্টক বা তাপসহ-পাত্র নির্মাণ করা যায়।

রাসায়নিক ধর্ম—● ইহা জলে ও নানা অম্লের অপ্রাণ্য। কেবলমাত্র HF অম্লের দ্রাব্য হইয়া ইহা উদ্বায়ী সিলিকন টেট্রাক্লোরাইড গ্যাস উৎপন্ন করে।



সাধারণ কাচে সিলিকা থাকে। এই কারণে, কাচপাত্র HF দ্বারা ক্ষয়প্রাপ্ত হয়। HF-এর দ্বারা কাচ পাত্রের গায়ে নানা নকশা ও ছবি আঁকা যায়।

● ইহা একটি অধাতব আয়নিক অক্সাইড, এবং গলিত কঠিন স্ফার ও সোডিয়াম কার্বনেটের সহিত বিক্রিয়ায় সোডিয়াম সিলিকেট লবণ উৎপন্ন করে।



অন্য ধাতব অক্সাইডের সহিত অনুরূপভাবে উচ্চতাপে সিলিকেট উৎপন্ন হয়।

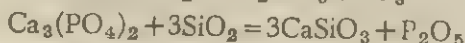
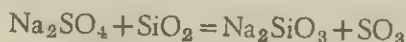


সাধারণ কাচ—সিলিকা, সোডিয়াম সিলিকেট ও নানা ধাতব সিলিকেটের মিশ্র।

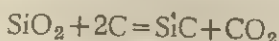
● সিলিকা ও কোকচূর্ণের উত্তপ্ত মিশ্রের উপর দিয়া Cl_2 গ্যাস চালনা করিলে সিলিকন টেট্রাক্লোরাইড গ্যাস উৎপন্ন হয়।



● অম্লদ্রব্যী বলিয়া সিলিকা উচ্চতাপে বহু অম্লের লবণ হইতে অম্লটিকে প্রতিস্থাপিত করে।



● তড়িৎ চুল্লীর উচ্চতাপে সিলিকা কোকের সহিত বিক্রিয়ায় সিলিকন কার্বাইড উৎপন্ন করে।



● গাঢ় Na_2SiO_3 -এর দ্রবণে HCl যোগ করিয়া যে কলয়ডীয় সিলিসিক অ্যাসিড পাওয়া যায়, উহাকে 300°C উষ্ণতায় শুষ্কতাপে, তীব্র উত্তপ্ত করিলে যে সিলিকা উৎপন্ন হয়—উহা চূর্ণ, ধোত ও শুষ্ক করিয়া সিলিকা জেল (silica gel) নামে এক বিশেষ রূপের সিলিকা পাওয়া যায়; ইহা প্রচুর জল ও জলীয় বাষ্প শোষণের ক্ষমতা সম্পন্ন। বহুবিধ রাসায়নিক পরীক্ষায় ও শিল্পে ইহা বিশেষকরূপে ও অল্পখটকরূপে ব্যবহৃত হয়।

□ ব্যবহার :

● সিলিকা কোয়ার্জরূপে নানা আলোক সংক্রান্ত যন্ত্রপাতি, লেন্স, প্রিজম প্রভৃতির প্রস্তুতিতে ব্যবহৃত হয়। ● কিছু কিছু কোয়ার্জের রঙীন প্রকারভেদ, যেমন পারা, গোমেদ, বৈদূর্যমণি ইত্যাদি মণিরূপে ব্যবহার হয়। ● রাসায়নিক তুলায় প্রস্তুতিতে ঘর্ষণরোধীরূপে অ্যাগেট ব্যবহার করা হয়। ● গলিত সিলিকা হইতে তাপসহ-ইটক ও তাপসহ-পাত্র নির্মাণ করা হয়। ● সিলিকা সিলিকা জেল-রূপে, অনার্দ্রকরণে ব্যবহৃত হয়।

নাইট্রোজেনের অক্সাইড সমূহ

নাইট্রোজেন অক্সিজেনের সহিত বিভিন্ন মাত্রায় সংযুক্ত হইয়া পাঁচটি সুনির্দিষ্ট অক্সাইড উৎপন্ন করে।

অক্সাইডের নাম	সংকেত	নাইট্রোজেনের জারণ সংখ্যা	প্রকৃতি
নাইট্রাস অক্সাইড	N_2O	+1	প্রথম অক্সাইড
নাইট্রিক অক্সাইড	NO	+2	প্রথম অক্সাইড
নাইট্রোজেন ট্রাইঅক্সাইড	N_2O_3	+3	আম্লিক অক্সাইড $N_2O_3 + H_2O$ $= 2HNO_2$ নাইট্রাস অ্যাসিড
নাইট্রোজেন টেট্রাঅক্সাইড বা নাইট্রোজেন পারঅক্সাইড	N_2O_4 বা, NO_2	+4	মিশ্র আম্লিক অক্সাইড $2NO_2 + H_2O$ $= HNO_2 + HNO_3$ নাইট্রাস নাইট্রিক অ্যাসিড অ্যাসিড
নাইট্রোজেন পেন্টঅক্সাইড	N_2O_5	+5	আম্লিক অক্সাইড $N_2O_5 + H_2O$ $= 2HNO_3$

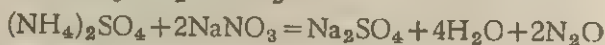
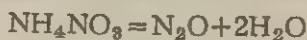
নাইট্রাস অক্সাইড (N_2O)

নাইট্রাস অক্সাইড নানা উপায়ে প্রস্তুত করা যায় :—

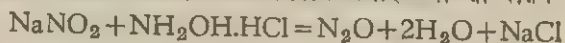
□ পরীক্ষাগারে প্রস্তুতি :

একটি গোলতল ফ্লাস্কে অ্যামোনিয়াম নাইট্রেট, (বা অ্যামোনিয়াম সালফেট ও সোডিয়াম নাইট্রেটের মিশ্র) লইয়া উহাকে তারজালির উপর বসাইয়া বার্নার যোগে

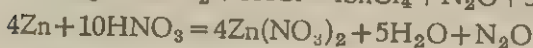
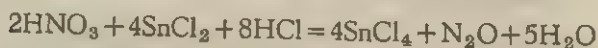
উত্তপ্ত করিলে নাইট্রাস অক্সাইড উৎপন্ন হয় ও নির্গম-নলপথে বাহির হইয়া আসে। ইহা শীতল জলে অধিক দ্রাব্য বলিয়া উষ্ণ জলপূর্ণ গ্যাসজারে সংগ্রহ করা হয়।



● হাইড্রক্সিল অ্যামিন হাইড্রোক্সোরাইড ($\text{NH}_2\text{OH}.\text{HCl}$) ও সোডিয়াম নাইট্রেট দ্রবণ মিশ্রিত করিলে, বিস্কৃত নাইট্রাস অক্সাইড পাওয়া যায়।



● নাইট্রিক অ্যাসিড নানা বিক্রিয়কের সহিত বিজারণে, নাইট্রাস অক্সাইড উৎপন্ন করে।

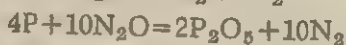
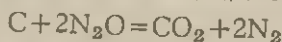


□ নাইট্রাস অক্সাইডের ধর্ম :

ভৌত ধর্ম—ইহা মুহূর্ণ মিষ্টগন্ধযুক্ত বর্ণহীন গ্যাস। ইহা বায়ু অপেক্ষা ভারী। ইহার হিমাংক -90.8°C এবং স্ফুটনাংক -88.5°C । ইহা শীতল জল ও অ্যালকোহলে দ্রাব্য ; কিন্তু উষ্ণজলে ইহা প্রায় অদ্রাব্য।

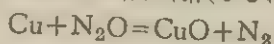
রাসায়নিক ধর্ম—● নাইট্রাস অক্সাইড প্রথম অক্সাইড। ইহার জলীয় দ্রবণ প্রথম দ্রবণ। যদিও হাইপোনাইট্রাস অ্যাসিড ($\text{H}_2\text{N}_2\text{O}_2$) উত্তপ্ত করিলে, নাইট্রাস অক্সাইড উৎপন্ন হয় ($\text{H}_2\text{N}_2\text{O}_2 = \text{N}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}$), বিপরীতক্রমে নাইট্রাস অক্সাইড কিন্তু জলের সহিত দ্রবীভূত হইয়া $\text{H}_2\text{N}_2\text{O}_2$ উৎপন্ন করে না ; সেই কারণে ইহাকে হাইপোনাইট্রাস অ্যাসিডের নিরুদক বলা যায় না।

● ইহা দাহ্য নয়, কিন্তু অক্সিজেনের মত জলন্ত বস্তুর দহনের সহায়ক। জনস্ত Na , K , P , C প্রভৃতি এই গ্যাসের ভিতর অতি তীব্রভাবে জলিতে থাকে।

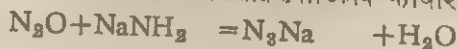


প্রকৃতপক্ষে, নাইট্রাস অক্সাইড উত্তাপে নাইট্রোজেন ও অক্সিজেনে বিয়োজিত হইয়া যায় ; বিয়োজনের ফলে উৎপন্ন অক্সিজেনই দহনে সহায়তা করে।

উত্তপ্ত Cu -এর সহিত ইহা কপার অক্সাইড উৎপন্ন করে।



● ইহা উত্তপ্ত সোডামাইডের সহিত বিক্রিয়ায় সোডিয়াম অ্যাজাইড উৎপন্ন করে।



সোডিয়াম অ্যাজাইড

● নাইট্রাস অক্সাইড স্বল্প পরিমাণে খামবায়ুর সহিত আম্রাণ করিলে একটি স্ফুতির তাব আনে ও হাসির উদ্রেক করে ; সেইজন্য ইহাকে 'লাফিং গ্যাস' (laughing

gas) বলা হয়। অতিরিক্ত আভ্রাণ করিলে ইহা সাময়িকভাবে সংজ্ঞা লুপ্ত করে। ইহা বিযাক্ত নয়।

□ নিরীক্ষা :

● অক্সিজেনের সহিত ইহার আপাত সাদৃশ্য থাকিলেও ইহা (i) অক্সিজেনের তায় কার্যীয় পাইরোগ্যালেক্ট দ্রবণে শোষিত হয় না, বা (ii) নাইট্রিক অক্সাইডের সহিত বাদামী বর্ণের গ্যাস উৎপন্ন করে না।

● নাইট্রোজেনের অথ অক্সাইডগুলির সহিত ইহার পার্থক্য—ইহা (i) ফেরাস সালফেট দ্রবণে শোষিত হয় না, বা (ii) KMnO_4 দ্রবণের সহিত কোন বিক্রিয়া করে না।

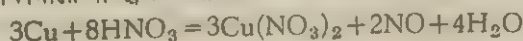
□ ব্যবহার :

নাইট্রাস অক্সাইড প্রথম ব্যবহৃত রাসায়নিক সংজ্ঞাহর (anaesthetic)। অন্রোপচারে, দাঁত তুলিবার সময়,—সাময়িক সংজ্ঞালোপের জন্য ইহা ব্যবহৃত হয়।

নাইট্রিক অক্সাইড (NO)

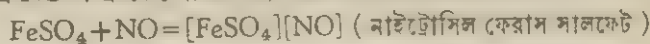
□ নাইট্রিক অক্সাইড প্রস্তুতি :

সাধারণ উষ্ণতায় অল্প-গাঢ় HNO_3 (1 : 1) অ্যাসিডের সহিত কপারের বিক্রিয়া দ্বারা পরীক্ষাগারে নাইট্রিক অক্সাইড প্রস্তুত করা হয়।



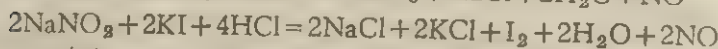
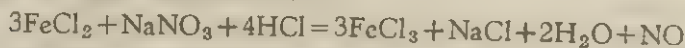
একটি উল্ফ বোতলে কিছু কপার কুচি লইয়া, থিসল্ কানেল মাধ্যমে উহাতে (1 : 1) HNO_3 যোগ করা হয়; উৎপন্ন NO নির্গম-নলপথে বাহির হইয়া আসে। উৎপন্ন নাইট্রিক অক্সাইডের প্রাথমিক অংশ উল্ফ বোতলের ভিতরের বায়ুর সহিত বিক্রিয়ায় গাঢ় বাদামী NO_2 উৎপন্ন করে, উৎপন্ন NO দ্বারা বাহিত হইয়া এই NO_2 অপসৃত হইবার পর,—নাইট্রিক অক্সাইডকে, চল্পূর্ণ গ্যাসজারে জলের অপসারণ দ্বারা সংগ্রহ করা হয়।

বিশুদ্ধিকরণ—উপরোক্ত সংগৃহীত NO গ্যাস সম্পূর্ণ বিশুদ্ধ নয়। বিশুদ্ধ করিতে হইলে ইহাকে ফেরাস সালফেট (FeSO_4) দ্রবণে চালিত করা হয়; উহার ফলে কেবলমাত্র NO ঐ দ্রবণে শোষিত হয়, অন্য সংশ্লিষ্ট গ্যাসগুলি হয় না।



পরে, ঐ ফেরাস সালফেট দ্রবণটি উত্তপ্ত করিলে বিশুদ্ধ NO উৎপন্ন হয়। তখন ইহাকে P_2O_5 দ্বারা শুদ্ধ করিয়া পারদপূর্ণ গ্যাসজারে সংগ্রহ করা হয়। ইহা বিশুদ্ধ নাইট্রিক অক্সাইড।

● নাইট্রেট ও নাইট্রাইটের অম্লীয় দ্রবণকে উপযুক্ত বিজারক যোগে বিজারণ করিলে, নাইট্রিক অক্সাইড উৎপন্ন হয়।



● নাইট্রোজেন ও অক্সিজেন তড়িৎ-আর্কের উষ্ণতায় সংযুক্ত হইয়া নাইট্রিক অক্সাইড উৎপন্ন করে ; বিক্রিয়াটি উভমুখী : $\text{N}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{NO}$

□ নাইট্রিক অক্সাইডের ধর্ম :

ভৌত ধর্ম—নাইট্রিক অক্সাইড বায়ু অপেক্ষা ভারী, বর্ণহীন, জলে অতি অল্প দ্রাব্য বিষাক্ত গ্যাস। ইহার হিমাংক -164°C , স্ফুটনাংক -152°C ।

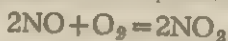
রাসায়নিক ধর্ম—● নাইট্রিক অক্সাইড একটি প্রশম অক্সাইড।

● ইহা দাহও নয়, দহনের সহায়কও নয়। নাইট্রিক অক্সাইড-পূর্ণ গ্যাসজারে জলন্ত কাঠি, সালফার প্রভৃতি প্রবিষ্ট করাইলে নিভিয়া যায়। কিন্তু পূর্ণ প্রজ্জ্বলিত ফসফোরাস বা ম্যাগনেসিয়াম এই গ্যাসে আরও প্রদীপ্ত হইয়া জলিয়া ওঠে ; কারণ, অধিক উষ্ণতায় নাইট্রিক অক্সাইড নাইট্রোজেন ও অক্সিজেনে বিয়োজিত হয় এবং উৎপন্ন অক্সিজেন তখন দহনে সহায়তা করে।

● বহু উত্তপ্ত ধাতু ইহার সহিত বিক্রিয়ায় ধাতব অক্সাইড উৎপন্ন করে।



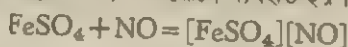
● ইহা বায়ুর বা অক্সিজেনের সংস্পর্শে গাঢ় বাদামী নাইট্রোজেন পারক্সাইড গ্যাস উৎপন্ন করে।



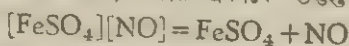
● উষ্ণ চারকালের (50°C) সান্নিধ্যে ইহা ক্লোরিনের সহিত বিক্রিয়া করিয়া নাইট্রোসিল ক্লোরাইড (NOCl) উৎপন্ন করে।



● ইহা শীতল FeSO_4 দ্রবণে সম্পূর্ণরূপে শোষিত হইয়া একটি গাঢ় বাদামী বর্ণের যূত-যোগ (addition compound) উৎপন্ন করে ; এই বিক্রিয়াটি নাইট্রেট লবণের 'বলয় পরীক্ষা'র (ring test) ভিত্তিরূপে ব্যবহৃত হয়।

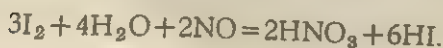
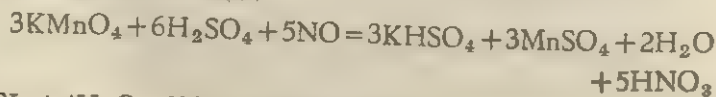


উৎপন্ন যূত-যোগটি অস্থায়ী ; ইহার দ্রবণকে উত্তপ্ত করিলে উহা পুনরায় NO উৎপন্ন করে।

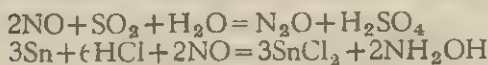


NO বিভিন্ন ধাতুর সহিত 'কার্বোনিলের' স্থায় 'নাইট্রোসিল' জৈব জটিল বৈশিষ্ট্য উৎপন্ন করে।

● পটাশিয়াম পার্ম্যাংগানেট প্রভৃতি জারক দ্রব্যের সহিত বিক্রিয়ায় ইহা জারিত হইয়া নাইট্রিক অ্যাসিডে পরিণত হয়।

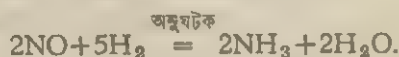
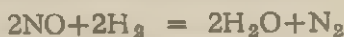


- নানা বিজারক পদার্থের সহিত বিক্রিয়ায় ইহা বিজারিত হয়।



হাইড্রক্সিল অ্যামিন

- হাইড্রোজেনের সহিত উচ্চ তাপে বিক্রিয়ায় ইহা নাইট্রোজেন এবং প্লাটিনাম অম্লঘটকের মাধ্যমে বিক্রিয়ায় অ্যামোনিয়াম পরিণত হয়।



□ নিরীক্ষা :

- ইহা বায়ুর বা অক্সিজেনের সংস্পর্শে গাঢ় বাদামী বর্ণের NO_2 গ্যাস উৎপন্ন করে। ● ইহা ফেরাস সালফেট দ্রবণ দ্বারা শোষিত হইয়া গাঢ় বাদামী বর্ণের দ্রবণ উৎপন্ন করে।

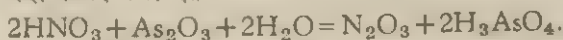
□ ব্যবহার :

প্রকোষ্ঠ প্রণালীর (Chamber process) দ্বারা সালফিউরিক অ্যাসিডের শিল্প প্রস্তুতি কালে, নাইট্রিক অক্সাইড ‘অক্সিজেন বাহক’ (oxygen carrier) রূপে ব্যবহৃত হয়।

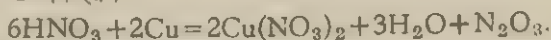
নাইট্রোজেন ট্রাইঅক্সাইড (N_2O_3)

□ নাইট্রোজেন ট্রাইঅক্সাইড প্রস্তুতি :

সাধারণ মাত্রায় (60%) গাঢ় নাইট্রিক অ্যাসিডকে স্টার্চ (starch) বা আর্গেনিয়াস অক্সাইডের সহিত মিশ্রিত করিয়া পাতিত করিলে, লাল রঙের গ্যাসীয় নাইট্রোজেন ট্রাইঅক্সাইড উৎপন্ন হয়; ইহাকে হিমমিশ্রণে (বরফ ও সাধারণ লবণ) নিমজ্জিত একটি U-নলের মধ্য দিয়া চালিত করিয়া, ঐ নলে তরলীভূত, নীলবর্ণের তরলরূপে ইহা সংগ্রহ করা হয়।



- নাইট্রিক অ্যাসিডের (ঘনাক 1.17) সহিত কপারের বিক্রিয়ায় নাইট্রোজেন ট্রাইঅক্সাইড উৎপন্ন হয়।



□ নাইট্রোজেন ট্রাইঅক্সাইডের ধর্ম :

ভৌত ধর্ম—সাধারণ উষ্ণতায় ইহা রক্তাভ বাদামী বর্ণের গ্যাস। নিম্ন উষ্ণতায় ইহা একটি অস্থায়ী নীল বর্ণের তরল পদার্থ; স্ফুটনাংক -21°C ; গলনাংক -102°C ।

রাসায়নিক ধর্ম—● ইহা অস্থায়ী পদার্থ এবং অধিক উষ্ণতায় (-21°C) ইহা দুইটি অক্সাইডে বিভোজিত হয়।

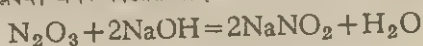


এই কারণে ইহাকে যুগ্ম-অক্সাইড বলিয়া গণ্য করা যায়।

● জলের সহিত বিক্রিয়ায় ইহা নাইট্রাস ও নাইট্রিক অ্যাসিড এবং নাইট্রিক অক্সাইড উৎপন্ন করে।



● ইহা অম্লধর্মী এবং ক্ষারের সহিত বিক্রিয়ায়, নাইট্রাইট লবণ উৎপন্ন করে।



□ নিরীক্ষা :

● ইহা নিম্ন উষ্ণতায় তরলীভূত হইয়া, নীলবর্ণের তরল উৎপন্ন করে ও সাধারণ উষ্ণতায় লাল বাদামী বর্ণের গ্যাসরূপে থাকে।

● ইহা ক্ষারের সহিত বিক্রিয়ায়, নাইট্রাইট লবণ উৎপন্ন করে।

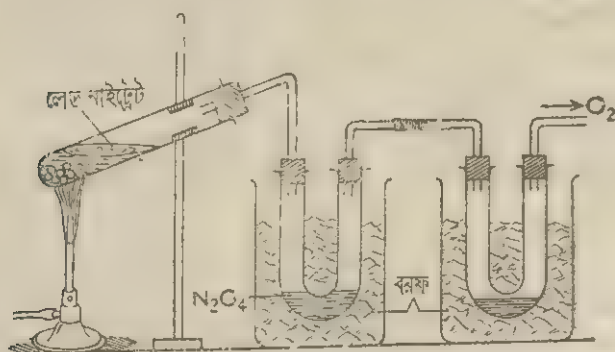
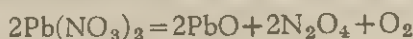
□ ব্যবহার : ● নাইট্রাইট লবণ উৎপাদনে ইহা ব্যবহৃত হয়।

নাইট্রোজেন টেট্রাক্সাইড (NO_2 বা N_2O_4)

ইহাকে ডাইনাইট্রোজেন টেট্রাক্সাইড বা পুরাতন নামে নাইট্রোজেন পারক্সাইডও বলা হয়।

□ নাইট্রোজেন-টেট্রাক্সাইড প্রস্তুতি :

● পরীক্ষাগারে নাইট্রোজেন টেট্রাক্সাইড প্রস্তুতির জন্য দৃঢ় কাচ-নলে ধাতব* নাইট্রেট লইয়া তীব্র উত্তপ্ত করা হয় ও নির্গত নাইট্রোজেন টেট্রাক্সাইড গ্যাসকে হিমমিশ্রে নিমজ্জিত কয়েকটি U-নলের মধ্য দিয়া চালিত করা হয়।



চিত্র নং 14'8

* গুরু পারমাণবিক ওজনের ধাতু যেমন Pb, Hg প্রভৃতির নাইট্রেট লওয়া হয়। সোডিয়াম ও পটাশিয়াম নাইট্রেট উত্তাপে নাইট্রাইট ও অক্সিজেন উৎপন্ন করে, NO_2 উৎপন্ন করে না।



অ্যামোনিয়াম নাইট্রাইট, উত্তাপে N_2O উৎপন্ন করে ; ইহাও NO_2 উৎপন্ন করে না।

উৎপন্ন গ্যাসীয় NO_2 , বা N_2O_4 হলুদ বর্ণের তরল পদার্থরূপে শীতল U-নলে জমে ও অক্সিজেন বহির্গত হইয়া যায়। পরে ঐ তরল NO_2 -কে সাধারণ উষ্ণতায় রাখিয়া দিলে উহা গাঢ়-বাদামী গ্যাসরূপে পরিণত হয় (চিত্র নং 14'3)।

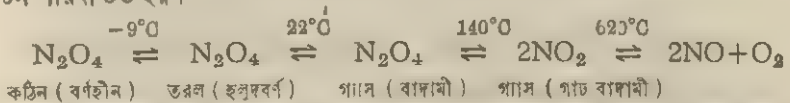
● নাইট্রিক অক্সাইডের সহিত অক্সিজেনের প্রত্যক্ষ সংযোগের ফলে নাইট্রোজেন টেট্রাক্সাইড উৎপন্ন হয় ; $2\text{NO} + \text{O}_2 = 2\text{NO}_2$

● নাইট্রাইট লবণের উপর নাইট্রিক অ্যাসিডের বিক্রিয়ায় নাইট্রোজেন টেট্রাক্সাইড উৎপন্ন হয়। $2\text{HNO}_3 + \text{NaNO}_2 = \text{NaNO}_3 + \text{N}_2\text{O}_4 + \text{H}_2\text{O}$

□ নাইট্রোজেন টেট্রাক্সাইডের ধর্ম :

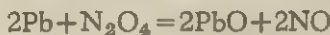
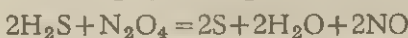
ভৌত ধর্ম—সাধারণ উষ্ণতায় ইহা গাঢ় বাদামী বর্ণের কটু-গন্ধী, বিষাক্ত গ্যাস। ইহাকে শীতল করিলে ($< 22^\circ\text{C}$) হলুদ বর্ণের তরল পদার্থে ও আরও শীতল করিলে (-9°C) বর্ণহীন কঠিনে পরিণত হয়।

রাসায়নিক ধর্ম—● উষ্ণতা পরিবর্তনের সহিত ইহার অবস্থা, বর্ণ ও গুরু গঠন পরিবর্তিত হয়।

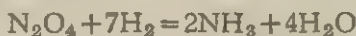


● ইহা দাহ্য নয় এবং সাধারণ অবস্থায় দহনের সহায়কও নয়, N_2O_4 -পূর্ণ গ্যাস জারে জলন্ত কাঠি নির্ভিয়া যায়। কিন্তু N_2O_4 -পূর্ণ গ্যাসজারে তীব্র প্রজ্জ্বলন্ত P, K, C প্রভৃতি জলিতে থাকে ; কারণ উচ্চ উষ্ণতায় ইহা বিয়োজিত হইয়া N_2 ও O_2 উৎপন্ন করে এবং উৎপন্ন O_2 তখন দহনের সহায়ক হয়।

● ইহা জারক পদার্থ। বিভিন্ন বিজারক পদার্থের সংস্পর্শে ইহা বিজারিত হইয়া নাইট্রিক অক্সাইডে পরিণত হয় ও বিজারক পদার্থগুলিকে জারিত করে।

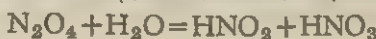


● প্লাটিনাম অহুর্ষটকের সান্নিধ্যে ইহা হাইড্রোজেন যোগে বিজারিত হইয়া অ্যামোনিয়ায় পরিণত হয়।

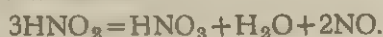


● ইহা গাঢ় H_2SO_4 -এর সহিত দ্রাব্য হইয়া একটি যুত-যোগ নাইট্রোসিল সালফিউরিক অ্যাসিড $\text{SO}_2(\text{OH})\text{O}\cdot\text{NO}$ উৎপন্ন করে ; প্রকোষ্ঠ পদ্ধতিতে সালফিউরিক অ্যাসিড উৎপাদনকালে, এই যৌগটি অন্তর্বর্তী পদার্থরূপে দেখা যায়।

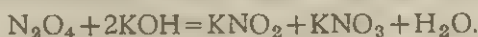
● ইহা জলে দ্রবীভূত হইয়া নাইট্রাস ও নাইট্রিক অ্যাসিড উৎপন্ন করে। এই কারণে উহাকে অ্যাসিড দুইটির 'মিশ্র নিরুদক' (mixed anhydride) বলা যায়।



জলের উষ্ণতা অধিক হইলে, নাইট্রাস অ্যাসিড বিয়োজিত হইয়া থাকে এবং NO উৎপন্ন পদার্থরূপে পাওয়া যায়।



● ক্ষারের সহিত ইহার বিক্রিয়ায় নাইট্রাইট ও নাইট্রেট লবণ উৎপন্ন হয়।



□ **নিরীক্ষা :** ● ইহা দাহ্য ও নয় এবং সাধারণভাবে দহনের সহায়কও নয়।

● ইহা ফেরাস সালফেট দ্রবণে শোষিত হয় না, কিন্তু উহা ঐ দ্রবণকে জারিত করিয়া ফেরিক সালফেট উৎপন্ন করে।

● ইহা ক্ষারের সহিত একযোগে নাইট্রাইট ও নাইট্রেট লবণ উৎপন্ন করে।

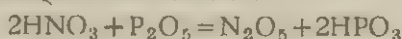
□ **ব্যবহার :** ইহার ব্যবহার সীমাবদ্ধ। নাইট্রেট ও নাইট্রাইট লবণের প্রস্তুতিতে ইহা ব্যবহৃত হয়।

নাইট্রোজেন পেন্টক্সাইড (N_2O_5)

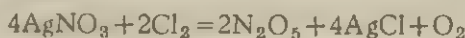
ইহাকে ডাইনাইট্রোজেন পেন্টক্সাইড বা নাইট্রিক অ্যানহাইড্রাইডও বলা হয়।

□ **নাইট্রোজেন পেন্টক্সাইড প্রস্তুতি :**

● বিশুদ্ধ গাঢ় নাইট্রিক অ্যাসিডকে (আপেক্ষিক গুরুত্ব 1.5) ফসফোরাস পেন্টক্সাইড যোগে যত্ন উত্তাপে পাতিত করিলে নাইট্রোজেন পেন্টক্সাইড উৎপন্ন হয়। ইহাকে শীতল গ্রাহকে সংগ্রহ করিলে, কমলা বর্ণের তরলরূপে পাওয়া যায়। গ্রাহকটি শুষ্ক বরফ (dry ice) ও ইহার মিশ্রে শীতল করিয়া রাখিলে, ইহা গ্রাহকে সাদা কেলিসরূপে কঠিনীভূত অবস্থায় পাওয়া যায়।



● অনার্দ্র সিলভার নাইট্রেটের উপর অনার্দ্র ক্লোরিন চালনা করিলে নাইট্রোজেন পেন্টক্সাইড উৎপন্ন হয়।



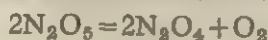
● তরল নাইট্রোজেন টেট্রক্সাইডের সহিত ওজোনের বিক্রিয়ায় নাইট্রোজেন পেন্টক্সাইড উৎপন্ন হয়।



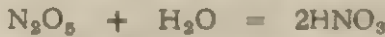
□ **নাইট্রোজেন পেন্টক্সাইডের ধর্ম :**

ভৌত ধর্ম—ইহা সাদা কেলাসিত কঠিন পদার্থ, গলনাংক 29°C ।

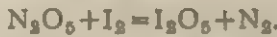
রাসায়নিক ধর্ম—● 0°C -এর নিম্ন উষ্ণতায় ইহা স্থায়ী, কিন্তু গলনাংক ও ইহার অধিক উষ্ণতায় ইহা বিয়োজিত হইতে থাকে।



● ইহা অল্পধর্মী জলাকর্ষী পদার্থ। জলের সহিত ইহা তাপদায়ী বিক্রিয়ায় নাইট্রিক অ্যাসিড উৎপন্ন করে। এই কারণে, উহা নাইট্রিক অ্যাসিডের নিরুদ্ধক।



● ইহা একটি তীব্র বিজারক পদার্থ; আয়োডিনকে ভারিত করিয়া ইহা আয়োডিন পেন্টক্সাইড উৎপন্ন করে।



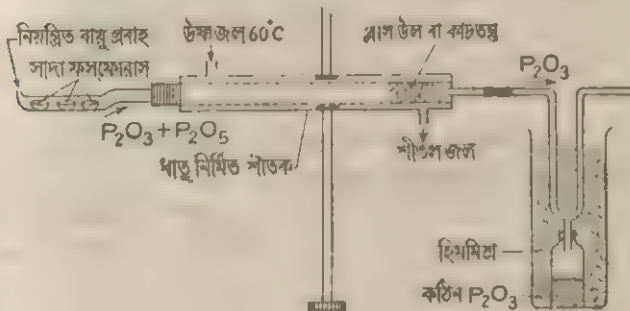
ফসফোরাস ট্রাইক্সাইড (P_2O_3 , P_4O_6)

ফসফোরাস অক্সিজেনের সহিত সংযুক্ত হইয়া প্রধানত দুইটি অক্সাইড বৌগ গঠন করে :—

(i) অপরিপূর্ণ বায়ুতে দহন করিলে ফসফোরাস, ফসফোরাস ট্রাইক্সাইড (P_2O_3) ও (ii) পর্যাপ্ত বায়ুতে দহন করিলে ফসফোরাস,—ফসফোরাস পেন্টক্সাইড (P_2O_5) উৎপন্ন করে।

□ ফসফোরাস ট্রাইক্সাইড প্রস্তুতি :

ফসফোরাস ট্রাইক্সাইডের প্রস্তুতিতে নীচের যন্ত্রসজ্জাটি (চিত্র নং 14'4) ব্যবহৃত হয়। এই যন্ত্রসজ্জার সর্ববামে একটি কাচনলের মধ্যে কিছু সাদা ফসফোরাস লইয়া



চিত্র নং 14'4

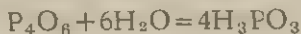
কাচনলের বায়ুপ্রাপ্ত হইতে নিয়ন্ত্রিত মাত্রায় বায়ু চালনা করা হয়, ফলে ফসফোরাস জ্বলিতে থাকে এবং P_2O_3 ও P_2O_5 দুইটি অক্সাইডই উৎপন্ন হয়। প্রবাহিত অক্সিজেনের মাত্রা অপ্রচুর হইলে P_2O_3 বেশী মাত্রায় উৎপন্ন হয়, এবং P_2O_5 সামান্য পরিমাণে উৎপন্ন হয়। কাচনলের অপর প্রান্তে একটি ধাতুনির্মিত শীতক যুক্ত থাকে এবং শীতকটির ভিতরের নলে কিছু কাচতন্তু বা গ্লাস-উল (glass-wool) থাকে, ইহা কঠিন P_2O_5 কে আটকাইয়া রাখে। শীতক-নলটির বাহিরের আবরণ নল দিয়া উষ্ণ জল (60 C) প্রবাহিত করিয়া শীতক-নলটির ভিতরের উষ্ণতা নিয়ন্ত্রিত রাখা হয়। শীতক-নলের মধ্য দিয়া গ্যাসরূপে প্রবাহিত হইবার ফলে P_2O_3 60 C উষ্ণতায় গ্যাস থাকে কিন্তু P_2O_5 কাচতন্তুতে আটকাইয়া যায়। শীতক-নলটি হইতে নির্গম-

নলপথে P_2O_5 বাহির হইয়া হিমমিশ্রে রক্ষিত একটি U-নলে কঠিনাকার ধারণ করে ও U-নলের নিম্নাংশের বোতলে সংগৃহীত হইতে থাকে।

□ ফসফোরাস ট্রায়ক্সাইডের ধর্ম :

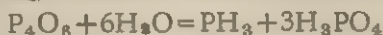
ভৌত ধর্ম—ইহা কঠিন সাদা কেলসিত পদার্থ। ইহার গলনাংক $23.8^\circ C$, স্ফুটনাংক $173.1^\circ C$ । তরল অবস্থায় ইহা বর্ণহীন। ইহার রহনের তায় একটি গন্ধ আছে। ইহা বেনজিন, কার্বন ডাইসালফাইড ও ইথারে দ্রাব্য।

রাসায়নিক ধর্ম—● ইহা একটি অ্যাম্লিক অক্সাইড। শীতল জলে ধীর-গতিতে দ্রবীভূত করিলে ইহা হইতে ফসফোরাস অ্যাসিড (H_3PO_3) উৎপন্ন হয়।



এছাড়া ইহাকে ফসফোরাস অ্যাসিডের নিরুদক বলা হয়।

● উষ্ণ জলের সহিত ইহা মৃদু বিস্ফোরণসহ তীব্র বিক্রিয়া করিয়া ফসফোরিক অ্যাসিড (H_3PO_4) ও ফসফিন গ্যাস (PH_3) উৎপন্ন করে।



● ইহা বায়ুতে দহন করিলে, ফসফোরাস পেন্টক্সাইডে পরিণত হয়।



● ইহা ক্লোরিনের সান্নিধ্যে দ্রুত জলিয়া ওঠে ও প্রধানত ফসফোরাস অক্সিক্লোরাইড উৎপন্ন করে।



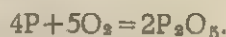
ফসফোরাস
অক্সিক্লোরাইড

মেটাক্সফোরিল
ক্লোরাইড

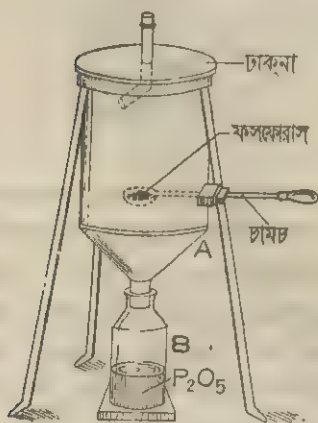
ফসফোরাস পেন্টক্সাইড (P_2O_5 বা P_4O_{10})

□ ফসফোরাস পেন্টক্সাইড প্রস্তুতি :

অতিরিক্ত পরিমাণ অনার্দ্ৰ বায়ু বা অক্সিজেনের উপস্থিতিতে ফসফোরাসের দহন ঘটিলে, ফসফোরাস পেন্টক্সাইড উৎপন্ন হয়।



বহুল পরিমাণে P_2O_5 প্রস্তুতির জন্য 14.5 চিত্রাঙ্কযায়ী একটি বিশেষ ধরনের লৌহ পাত্র (A) লওয়া হয়। লৌহ পাত্রটির নিয়ন্ত্রণ ফানেলের তায় ও ফানেলের নীচে একটি সংগ্রাহক বোতল (B) থাকে। পাত্রটির উপরাংশ খোলা-বন্ধ করা যায় এমন একটি ঢাকনা দ্বারা



চিত্র নং 14.5

আবৃত থাকে। পাত্রটির গাত্রের মধ্য দিয়া প্রবিষ্ট একটি চামচ থাকে।

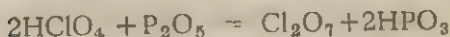
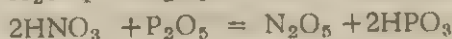
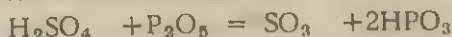
চামচে কিছু সাদা ফসফোরাস লইয়া দহন করা হয় ও মধ্যে মধ্যে পাত্রটির ঢাকনা খুলিয়া পরে বন্ধ করিয়া দেওয়া হয় বাহ্যতে পাত্রে সর্বদাই সুপ্রচুর বায়ু বর্তমান থাকে। অতিরিক্ত বায়ুতে দহন ঘটয়া ঘন সাদা ধোঁয়ার মত ফসফোরাস পেন্টক্সাইড (P_2O_5) উৎপন্ন হয়, ও পরে জমিয়া চূর্ণের আকারে নীচের বোতলে সংগৃহীত হইতে থাকে।

সংগৃহীত P_2O_5 -কে পরে একটি স্লোহনলে $600 - 700^\circ C$ উষ্ণতায় বায়ুপ্রবাহে উৎপন্ন করা হয়, কলে কোন ট্রায়ক্সাইড থাকিলে উহাও পেন্টক্সাইডে পরিণত হয়; উৎপন্ন গ্যাসীয় P_2O_5 -কে পরে শীতল করিয়া সংগ্রহ করা হয়।

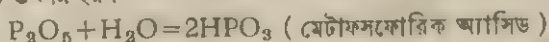
□ ফসফোরাস পেন্টক্সাইডের ধর্ম :

ভৌত ধর্ম—ইহা একটি সাদা কেলসিত কঠিন পদার্থ; ইহা $250^\circ C$ উষ্ণতায় উর্ধ্বপাতিত হয়।

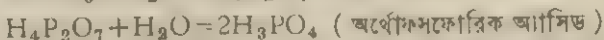
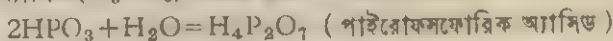
রাসায়নিক ধর্ম—● ইহা একটি তীব্র জ্বলাকর্ষী পদার্থ; এই ধর্মের জন্য ইহাকে নানাবিধ গ্যাসের পূর্ণ-অনার্দকরণে বহুল ব্যবহার করা হয়। জলের প্রতি ইহার আকর্ষণ এত তীব্র যে ইহা বিভিন্ন অক্সিঅ্যাসিড অণু হইতে জলের অণু শোষণ করিয়া ঐগুলিকে নিরুদকে পরিণত করে।



● ইহা একটি অগ্নিক অক্সাইড। জলের উপর P_2O_5 সংযোগ করিলে একটি শীঘ্রের মত শব্দ হইয়া, তীব্র তাপদায়ী বিক্রিয়া ঘটে ও মেটাফসফোরিক অ্যাসিড (HPO_3) উৎপন্ন হয়।



উৎপন্ন জেলির মত মেটাফসফোরিক অ্যাসিড ধীরে ধীরে অতিরিক্ত জলের সচিৎ প্রবীভূত থাকে এবং পাইরোফসফোরিক অ্যাসিড ($H_4P_2O_7$) ও শেষে অর্থোফসফোরিক অ্যাসিড (H_3PO_4) উৎপন্ন হয়।



□ **ব্যবহার :** ইহা শ্রেষ্ঠ অনার্দকারী পদার্থরূপে (dehydrating agent) বহুল ব্যবহৃত হয়।

সালফার ডায়ক্সাইড (SO_2)

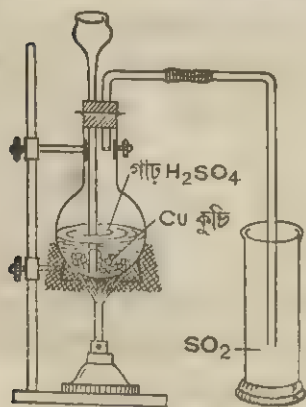
সালফার অক্সিজেনের সহিত যুক্ত হইয়া প্রধানত দুইটি অক্সাইড যৌগ গঠন করে :—(i) সালফার ডায়ক্সাইড (SO_2)—ইহা সালফারের সাধারণ দহনের ফলে উদ্ভূত হয়; (ii) সালফার ট্রায়ক্সাইড (SO_3)—অল্পঘটকের মাধ্যমে, ইহা সালফার ডায়ক্সাইড ও অক্সিজেনের বিক্রিয়ার ফলে উৎপন্ন হয়।

□ সালফার ডায়ক্সাইড প্রস্তুতি :

● পরীক্ষাগারে সালফার ডায়ক্সাইড প্রস্তুতির জন্য একটি থিন্স্ফ ফানেলযুক্ত গোলতল ফ্লাস্ক লওয়া হয়। ফ্লাস্কে কিছু কপার কুচি লইয়া উহাতে ফানেল যোগে কিছু গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড (H_2SO_4) যোগ করা হয় ও ফ্লাস্কটিকে তারজালির উপর বসাইয়া বার্নার দ্বারা উত্তপ্ত করা হয়। কপার কুচি (Cu) উত্তপ্ত গাঢ় H_2SO_4 -এর সহিত বিক্রিয়ায় সালফার ডায়ক্সাইড গ্যাস উৎপন্ন করে ও কপার, কপার সালফেটে পরিণত হয়।



উৎপন্ন SO_2 ফ্লাস্কের সহিত যুক্ত নির্গম-নল পথে বাহির হইয়া আসে। ইহা জলে দ্রাব্য বলিয়া জলের অপসারণ দ্বারা ইহাকে সংগ্রহ করা যায় না। বায়ু অপেক্ষা ভারী বলিয়া, ইহা বায়ুর উর্ধ্ব অপসারণ দ্বারা গ্যাসজারে সংগ্রহ করা হয়।

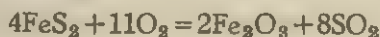
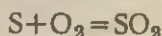


চিত্র নং 14'6

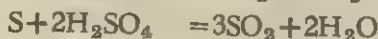
অনার্দ্র সালফার ডায়ক্সাইড সংগ্রহ করিতে হইলে উৎপন্ন গ্যাসকে গাঢ় H_2SO_4 -এর মধ্য দিয়া চালিত করিয়া পরে পারদের অপসারণ দ্বারা গ্যাসজারে সংগ্রহ করা হয়।

● বহুল পরিমাণে SO_2 উৎপাদন প্রয়োজন হইলে সালফার, বা আয়রন

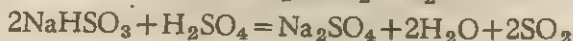
পাইরাইটসকে বায়ুতে দহন করিয়া, SO_2 পাওয়া যায়।



● উচ্চতাপে কিছু ধাতু ও অধাতু গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিডকে বিজারিত করে ও SO_2 উৎপন্ন হয়।



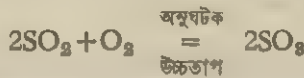
● সালফাইট ও বাইসালফাইট লবণের সহিত অম্লের বিক্রিয়ায় SO_2 উৎপন্ন হয়।



□ সালফার ডায়ক্সাইডের ধর্ম :

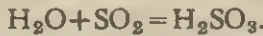
ভৌত ধর্ম—ইহা বর্ণহীন, পোড়া গন্ধকের গন্ধযুক্ত কটুগন্ধী গ্যাস। ইহা বিষাক্ত। ইহা সহজেই হিমমিশ্রে বা অল্প চাপে তরলীভূত হয়। তরল সালফার ডায়ক্সাইড একটি বর্ণহীন তরল পদার্থ; ফুটনাংক -10°C ; ইহা একটি জলেতর দ্রাবক (nonaqueous solvent)। ইহা জলে অতি দ্রাব্য।

রাসায়নিক ধর্ম—● ইহা অদাহ্য এবং দহনে সহায়তা করে না। ● উচ্চতাপে অক্সিজেনের উপস্থিতিতে ইহা অক্সিজেন বা বায়ুর সহিত যুক্ত হইয়া সালফার ট্রায়ক্সাইড উৎপন্ন করে।

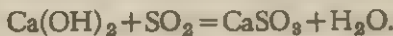
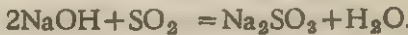
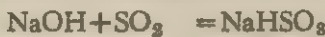


এই বিক্রিয়াটিকে ভিত্তি করিয়া সালফিউরিক অ্যাসিডের শিল্প প্রস্তুতি হয়।

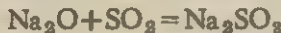
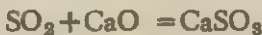
● ইহা একটি অম্লিক অক্সাইড। জলের সহিত বিক্রিয়ায় ইহা সালফিউরাস অ্যাসিড (H_2SO_3) উৎপন্ন করে। সেই কারণে, ইহা সালফিউরাস অ্যাসিডের নিরুদক।



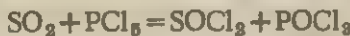
● অম্লিক অক্সাইড বলিয়া ইহা বিভিন্ন ক্ষারীয় ও ক্ষার দ্রবণের সহিত প্রশমন বিক্রিয়ায় সালফাইট ও বাইসালফাইট লবণ উৎপন্ন করে।



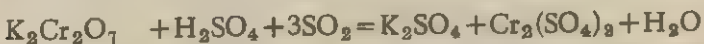
● কঠিন ক্ষার ও ক্ষারীয় অক্সাইডের সহিতও SO_2 গ্যাসরূপে বিক্রিয়া করিয়া অক্সুরূপভাবে, সালফাইট ও বাইসালফাইট লবণ উৎপন্ন করে।



● ইহা PCl_5 -এর সহিত বিক্রিয়ায় থায়োনিল ক্লোরাইড উৎপন্ন করে।



● ইহা একটি উৎকৃষ্ট বিজারক পদার্থ; বহু ধাতব লবণ ইহার সহিত বিক্রিয়ায় বিজারিত হয়।

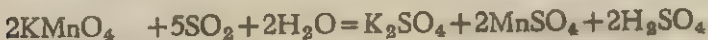


পটাশিয়াম ডাইক্রোমেট

(কমলা রঙের দ্রবণ)

ক্রোমিক সালফেট

(সবুজ রঙের দ্রবণ)

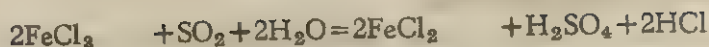


পটাশিয়াম পের্ম্যাংগানেট

(গোলাপী বর্ণের দ্রবণ)

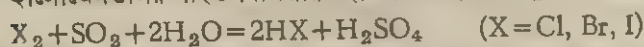
পের্ম্যাংগানাস সালফেট

(বর্ণহীন দ্রবণ)



ফেরিক ক্লোরাইড ফেরাস ক্লোরাইড
(হলুদ বর্ণের দ্রবণ) (প্রায় বর্ণহীন)

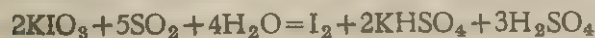
হ্যালোজেনগুলির সহিত বিক্রিয়ায় ইহা জারিত হইয়া H_2SO_4 এতে পরিণত হয়।



● ইহা একটি বিরঞ্জক পদার্থ; বহু রঙীন জৈব যৌগ, ইহার সহিত বিক্রিয়ায়, বিজারিত হইয়া বর্ণহীন পদার্থে রূপান্তরিত হয়। এই বিরঞ্জনগুলির ক্ষেত্রে জলের উপস্থিতি থাকিলে তবেই বিরঞ্জন ঘটে।

□ **নিরীক্ষা:** ● ইহার বিশিষ্ট নিজস্ব গন্ধ আছে। ● ইহা আয়োডিন দ্রবণকে বর্ণহীন, পার্মাংগানেট দ্রবণকে বর্ণহীন ও ডাইক্রোমেট দ্রবণকে সবুজ বর্ণ করে।

● ইহা আয়োডেট ও স্টার্ট-এর মিশ্র দ্রবণে দিল্ল কাগজকে নীল বর্ণ করে।



$\text{I}_2 + \text{স্টার্ট} \rightarrow \text{নীলবর্ণ}$

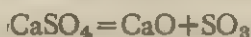
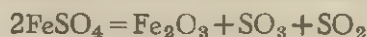
□ **ব্যবহার:**

● সালফিউরিক অ্যাসিডের উৎপাদনে কাঁচামালরূপে, ● জীবাণুনাশক ও কীটনাশকরূপে, ● তরল সালফার ডায়ক্সাইড হিমায়করূপে এবং নানা রাসায়নিক অঙ্কুরীকরণে জ্বলন্ত দ্রাবকরূপে, ● শর্করা শিল্পে ও কাগজ শিল্পে বিরঞ্জকরূপে, ● সালফাইট ও বাইসালফাইট লবণগুলির প্রস্তুতিতে, ● অতিরিক্ত ক্লোরিন দূরীকরণে (antichlore) ও ● যক্ষ, মাংস প্রভৃতির সংরক্ষণে সালফার ডায়ক্সাইড ব্যবহৃত হয়।

সালফার ট্রাইক্সাইড (SO_3)

□ **সালফার ট্রাইক্সাইড প্রস্তুতি:**

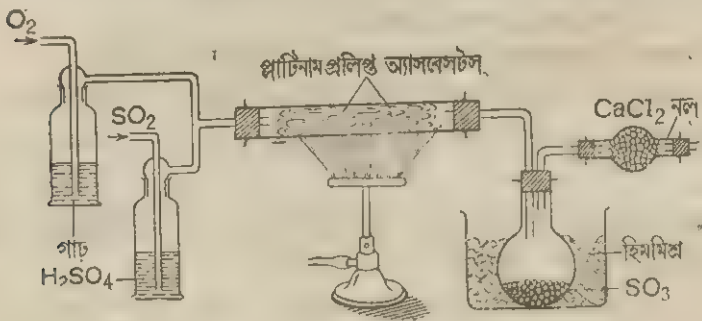
● সালফেট লবণকে উচ্চতাপে দীর্ঘকাল উত্তপ্ত করিলে সালফার ট্রাইক্সাইড উৎপন্ন হয়।



উৎপন্ন সালফার ডায়ক্সাইড গ্যাসকে শীতল গ্রাহকে সংগ্রহ করিলে সাদা কঠিন পদার্থরূপে সালফার ট্রাইক্সাইড পাওয়া যায়।

● **পরীক্ষাগারে প্রস্তুতি:** পরীক্ষাগারে সালফার ট্রাইক্সাইড প্রস্তুতির জন্য একটি দীর্ঘ ‘প্লাটিনাম প্রলিগু-অ্যাসবেসটস’ পূর্ণ নল লওয়া হয় (চিত্র নং 14'7); এই নলটির বাম প্রান্তে একটি দিমুখী আগম্য নল সংযুক্ত থাকে; আগম্য নলটির

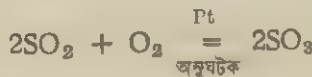
মাধ্যমে শুষ্ক অক্সিজেন ও শুষ্ক সালফার ট্রায়ক্সাইড প্রবিষ্ট করানো হয়। দীর্ঘ নলটির অপরপ্রান্তে নির্গমননের সহিত একটি শুষ্ক গোলতল ফ্লাস্ক ও উহার সহিত একটি



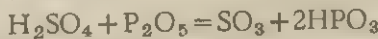
চিত্র নং 14'7

ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড-পূর্ণ (CaCl₂) রক্ষী নল থাকে; গোলতল ফ্লাস্কটি হিমমিশ্রে নিমজ্জিত রাখা হয়।

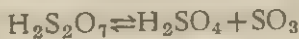
দীর্ঘ নলটি উত্তপ্ত করিয়া, নলের মধ্যে SO₂ এবং O₂ (বেশী পরিমাণে) চালনা করিলে সালফার ট্রায়ক্সাইড উৎপন্ন হয় ও উহা শীতল ফ্লাস্কে সাদা কঠিনরূপে সংগৃহীত হইতে থাকে।



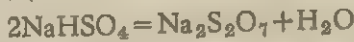
● উত্তপ্ত অবস্থায় গাঢ় H₂SO₄-এর সহিত ফসফোরাস পেন্টক্সাইডের বিক্রিয়ায় সালফার ট্রায়ক্সাইড উৎপন্ন হয়।



● ধূমায়মান সালফিউরিক অ্যাসিড (fuming sulphuric acid) বা পাইরোসালফিউরিক অ্যাসিড (H₂S₂O₇)-কে পাতিত করিলে, সালফার ট্রায়ক্সাইড উৎপন্ন হয়।



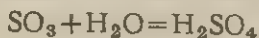
● বাইসালফেট লবণকে দীর্ঘ উত্তপ্ত করিলে উহা পাইরোসালফেট লবণে (300°C) ও পরে আরও উচ্চ তাপে সালফেট লবণে পরিণত হয় ও সালফার ট্রায়ক্সাইড উৎপন্ন হয়।



□ সালফার ট্রায়ক্সাইডের ধর্ম :

ভৌত ধর্ম—সাধারণ উষ্ণতায় ইহা সাদা স্বচ্ছ কেলাস। ইহার তিনটি কেলাস-রূপ আছে, এগুলিকে α, β ও γ প্রতিক্রিয়া বলা হয়। αSO₃—গলনাংক 16·8°, βSO₃—গলনাংক 32·5° এবং γSO₃ একটি উর্ধ্বপাতনধর্মী কঠিন পদার্থ।

রাসায়নিক ধর্ম—● ইহা একটি আয়িক নিকৃদক; জলের সহিত ইহা সালফিউরিক অ্যাসিড উৎপন্ন করে। জলের প্রতি অত্যধিক আসক্তি থাকায় জলের সহিত তীব্র শীতের জ্বাশ্ব শব্দ করিয়া ইহার তীব্র তাপদায়ী বিক্রিয়া ঘটে।

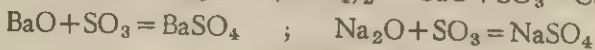
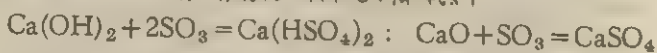


এই জলাকর্ষী ক্ষমতার জ্বা ইহা নানা গ্যাসের শুষ্কীকরণে ব্যবহৃত হয়।

● ইহা গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিডে দ্রবীভূত হইয়া পাইরোসালফিউরিক অ্যাসিড ($\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_7$) উৎপন্ন করে।



● অল্পধর্মী অক্সাইডরূপে ইহা ক্ষার দ্রবণ এবং ক্ষার ও ক্ষারীয় অক্সাইডের সহিত বিক্রিয়া করিয়া সালফেট ও বাইসালফেট লবণ উৎপন্ন করে।



□ ব্যবহার : ● ইহা নানা গ্যাসের শুষ্কীকরণে ব্যবহৃত হয়।

প্রশ্নাবলী

1. পরীক্ষাগারে কার্বন মনোক্সাইড গ্যাস কিরূপে প্রস্তুত হয় তাহা বর্ণনা কর। ইহার প্রধান কয়েকটি ভৌত ও রাসায়নিক ধর্ম আলোচনা কর।

নিম্নলিখিত বিক্রিয়াকগুলির সহিত কার্বন মনোক্সাইডের বিক্রিয়া সমীকরণ যোগে বিবৃত কর :

উচ্চ তাপে কঠিক সোডা দ্রবণ, 50° সেন্টিগ্রেডে নিকেল চূর্ণ, ক্রোমিন, অ্যামোনিয়া যুক্ত কিউপ্রাস ক্রোমাইড দ্রবণ।

2. পরীক্ষাগারে কার্বন ডায়ক্সাইড গ্যাস কিরূপে প্রস্তুত হয়? এই প্রস্তুতিকালে লবু H_2SO_4 ব্যবহার কি? ইহার প্রধান কয়েকটি ভৌত ও রাসায়নিক ধর্ম আলোচনা কর।

নিম্নলিখিত বিক্রিয়াকগুলির সহিত কার্বন ডায়ক্সাইডের বিক্রিয়া সমীকরণ যোগে বিবৃত কর :

চুনের জল, উত্তপ্ত Na, উত্তপ্ত Mg।

‘শুক বরফ’ কি?

3. সিলিকন ডায়ক্সাইড প্রকৃতিতে কি কি রূপে পাওয়া যায়? বিশুদ্ধরূপে ইহাকে কিরূপে প্রস্তুত করা যায়?

নিম্নলিখিত বিক্রিয়াকগুলির সহিত সিলিকার বিক্রিয়া সমীকরণ সহ বিবৃত কর :

HF , উচ্চতাপে Na_2SO_4 , উচ্চতাপে কার্বন।

‘সিলিকা জেল’ কি? ইহা কিসে ব্যবহৃত হয়?

4. নাইট্রোজেনের প্রধান অক্সাইড সমূহের একটি তালিকা দাও।

প্রস্তুতি, ধর্ম ও নিরীক্ষার দ্রিষ্টিতে—নাইট্রাস ও নাইট্রিক অক্সাইডের একটি সংক্ষিপ্ত তুলনামূলক আলোচনা কর।

5. নাইট্রিক অক্সাইড গ্যাস পরীক্ষাগারে কিরূপে বিশুদ্ধরূপে প্রস্তুত করা হয়? ইহার প্রধান কয়েকটি ভৌত ও রাসায়নিক ধর্ম আলোচনা কর।

নাইট্রিক অক্সাইডের সহিত নিম্নোক্ত বিক্রিয়াকগুলির কি বিক্রিয়া ঘটে :

H_2SO_4 দ্রবণ, উত্তপ্ত Cu, অরীকৃত KMnO_4 দ্রবণ?

6. নাইট্রোজেন টেট্রাক্সাইড গ্যাস পরীক্ষাগারে কিরূপে প্রস্তুত করা হয়? উৎসার পরিবর্তনের সহিত গ্যাসটির আণবিক গঠন কিরূপে পরিবর্তিত হইতে থাকে? ইহার প্রধান কয়েকটি ভৌত ও রাসায়নিক ধর্ম বিবৃত কর।

7. নাইট্রোজেন ট্রায়ক্সাইড ও নাইট্রোজেন পেন্টক্সাইডের প্রস্তুতি ও ধর্মের উপর একটি সংক্ষিপ্ত আলোচনা কর। নাইট্রোজেন ট্রায়ক্সাইডকে 'মিশ্র নিকষক' বলা হয় কেন?

8. প্রস্তুতি, ধর্ম ও জলের সহিত বিক্রিয়ার ভিত্তিতে ফসফোরাস ট্রায়ক্সাইড ও ফসফোরাস পেন্টক্সাইডের একটি তুলনামূলক আলোচনা কর।

9. পরীক্ষাগারে সালফার ডায়ক্সাইড গ্যাস কিরূপে প্রস্তুত করা হয় চিত্রসহ বর্ণনা কর। ইহার কয়েকটি ভৌত ও রাসায়নিক ধর্ম বিবৃত কর।

নিম্নলিখিত বিক্রিয়কগুলির সহিত সালফার ট্রায়ক্সাইডের বিক্রিয়া সমীকরণ যোগে বিবৃত কর—

পটাশিয়াম ডাইক্রোমেট দ্রবণ, পটাশিয়াম পাম্যাংগানেট দ্রবণ, ফেরিক ক্লোরাইড দ্রবণ, ক্লোরিন, চূনের জল।

ক্লোরিনের সহিত সালফার ট্রায়ক্সাইডের বিরঞ্জন ধর্মের তুলনামূলক আলোচনা কর।

10. পরীক্ষাগারে সালফার ট্রায়ক্সাইডের প্রস্তুতি কিরূপে হয়? ইহার প্রধান কয়েকটি ভৌত ও রাসায়নিক ধর্ম বিবৃত কর।

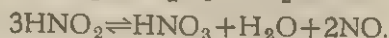
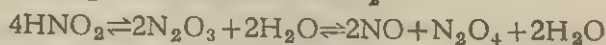
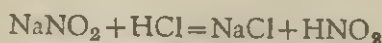
নাইট্রাস অ্যাসিড (HNO_2)

নাইট্রোজেনের গুরুত্বপূর্ণ অক্সিঅ্যাসিড দুইটি,—নাইট্রাস অ্যাসিড (HNO_2) ও নাইট্রিক অ্যাসিড (HNO_3)। ইহারা যথাক্রমে N_2O_3 ও N_2O_5 নিরুদক হইতে জলের সংযোগে উৎপন্ন হয়।

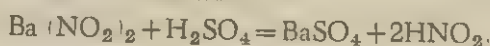
নাইট্রাস অ্যাসিডের লবণগুলি স্থায়ী হইলেও নাইট্রাস অ্যাসিড অস্থায়ী অ্যাসিড, কেবলমাত্র দ্রবণে ইহা বর্তমান থাকে,—দ্রবণ হইতে ইহাকে পৃথক করা যায় না।

□ নাইট্রাস অ্যাসিডের প্রস্তুতি :

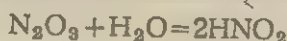
● নাইট্রাইট লবণে লঘু অম্ল যোগ করিলে দ্রবণে নীলাভ নাইট্রাস অ্যাসিড উৎপন্ন হয় ; অ্যাসিডটি অস্থায়ী ও দ্রুত নাইট্রিক অক্সাইড ও নাইট্রোজেন টেট্রাক্সাইডে বিযোজিত হইতে থাকে।



● বেরিয়াম নাইট্রাইট লবণে হিম নীতল লঘু H_2SO_4 যোগ করিয়া ও পরে উৎপন্ন অদ্রব্য বেরিয়াম সালফাইটকে পরিষ্কার যোগে পৃথক করিবার পর দ্রবণে নীলাভ বর্ণের লঘু নাইট্রাস অ্যাসিড পাওয়া যায়



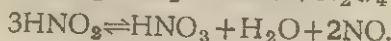
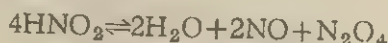
● নাইট্রোজেন ট্রায়ক্সাইড জলে দ্রবীভূত করিলে নাইট্রাস অ্যাসিড উৎপন্ন হয়।



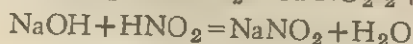
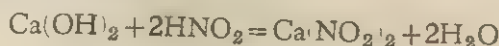
□ নাইট্রাস অ্যাসিডের ধর্ম :

ভৌত ধর্ম—নাইট্রাস অ্যাসিড নীলাভ বর্ণের অস্থায়ী মৃদু অম্ল।

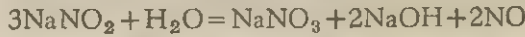
রাসায়নিক ধর্ম—● নাইট্রাস অ্যাসিড অস্থায়ী এবং সাধারণ উষ্ণতায়ই ধীরে ধীরে বিযোজিত হইতে থাকে।



● মৃদু অম্লরূপে, ইহা ক্ষারীয় বা ক্ষারকীয় অক্সাইড ও হাইড্রক্সাইডের সহিত নাইট্রাইট শ্রেণীর লবণ উৎপন্ন করে।

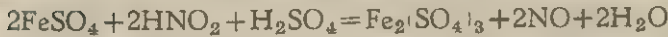
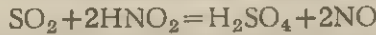
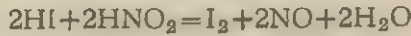
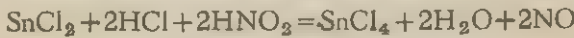


● সকল নাইট্রাইট লবণই জলে দ্রাব্য। মৃদু অম্লের লবণ বলিয়া নাইট্রাইট লবণগুলির সামান্য আর্দ্রবিশ্লেষ ঘটে এবং দ্রবণটি মৃদু ক্ষারীয় প্রকৃতির হয়। নাইট্রাইট লবণগুলির দ্রবণ শ্বুটন করিলে বিযোজিত হয়।

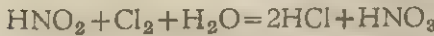


● নাইট্রাস অ্যাসিড, এবং নাইট্রাইট লবণগুলি। জারক ও বিজারক উভয় প্রকার ধর্মই প্রদর্শন করে।

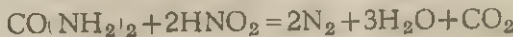
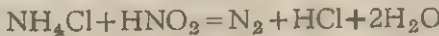
জারণ ক্রিয়া—জারক পদার্থরূপে নাইট্রাস অ্যাসিড, স্ট্যানাস ক্লোরাইডকে স্ট্যানিক ক্লোরাইডে, হাইড্রায়োডিক অ্যাসিডকে আয়োডিনে, সালফার ডায়ক্সাইডকে সালফিউরিক অ্যাসিডে ও ফেরাস লবণকে ফেরিক লবণে জারিত করে।



বিজারণ ক্রিয়া—বিজারক পদার্থরূপে নাইট্রাস অ্যাসিড, পারমাংগানেট, ডাইক্রোমেট, ক্লোরিন প্রভৃতির দ্বারা জারিত হইয়া নাইট্রিক অ্যাসিডে পরিণত হয়।



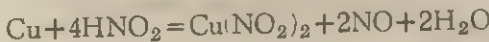
● নাইট্রাস অ্যাসিড—আমোনিয়া, আমোনিয়াম লবণ ও অ্যামিনোনুলক ($-\text{NH}_2$) যুক্ত যৌগের সন্নিবিষ্ট বিক্রিয়ায় হাইড্রোজেন উৎপন্ন করে।



ইউরিয়া

নাইট্রিক অ্যাসিড বা নাইট্রেট লবণ হইতে নাইট্রাস অ্যাসিড বা নাইট্রাইট লবণ মুক্ত করণে বিক্রিয়াটি প্রযুক্ত হয়।

● নাইট্রাস অ্যাসিড দ্রবণ ধীরে ধীরে Cu-ধাতুর সন্নিবিষ্ট বিক্রিয়া করে।



□ নাইট্রাস অ্যাসিড ও নাইট্রাইট লবণের নিরীক্ষা :

● নাইট্রাস অ্যাসিড ও নাইট্রাইট লবণ অম্লীকৃত KI দ্রবণ হইতে আয়োডিন বিমুক্ত করে ; বিমুক্ত আয়োডিন স্টার্চ দ্রবণকে নীলবর্ণ করে।

● নাইট্রাস অ্যাসিড ও নাইট্রাইট লবণ,—অম্লীকৃত করিলে বাদামী বর্ণ হয়।

● নাইট্রাস অ্যাসিড ও নাইট্রাইট লবণ,—অক্সিকৃত KMnO_4 দ্রবণকে বর্ণহীন করে ও অক্সিকৃত FeSO_4 দ্রবণকে গাঢ় বাদামী করে।

● নাইট্রাস অ্যাসিড ও নাইট্রেট লবণের দ্রবণ,—ইউরিয়া বা অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড দ্রবণসহ স্ফুটন করিলে বৃদ্ধাকারে নাইট্রোজেন গ্যাস নির্গত হয়।

সংযুতি : রেখা সংকেত : $\text{H}-\text{N} \begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{O} \end{array}$ বা $\text{HO}-\text{N}=\text{O}$

ইলেকট্রনীয় সংকেত : $\text{H} : \overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{\text{N}}} : \overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{\text{O}}} \text{ বা } \text{H} : \overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{\text{O}}} : \overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{\text{N}}} : \overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{\text{O}}}$

নাইট্রিক অ্যাসিড (HNO_3)

বায়ুমাণ্ডলে নাইট্রোজেন ও অক্সিজেনের উপর তড়িৎ মোক্ষণ ও পরে বৃষ্টির প্রভাবে উল্লেখযোগ্য পরিমাণ নাইট্রিক অ্যাসিড প্রাকৃতিকভাবে উৎপন্ন হয়। এই প্রাকৃতিক

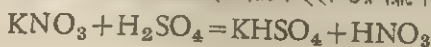


চিত্র—15.1

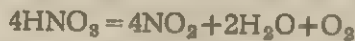
নাইট্রিক অ্যাসিড বৃষ্টিজলে ধৌত হইয়া মৃত্তিকায় নাইট্রেট লবণ উৎপন্ন করে ও উদ্ভিদের খাতরূপে ব্যবহৃত হয়। নানা খনিজরূপেও নাইট্রেট লবণ পাওয়া যায়।

□ নাইট্রিক অ্যাসিড প্রস্তুতি :

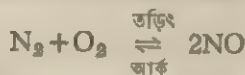
● পরীক্ষাগারে একটি রিটর্টে নাইট্রেট লবণ গাঢ় H_2SO_4 যোগে উত্তপ্ত করিয়া পাতিত করিলে, নাইট্রিক অ্যাসিড উৎপন্ন হয় (চিত্র নং 15.1); উৎপন্ন নাইট্রিক অ্যাসিডকে একটি শীতল গ্রাহকে সংগ্রহ করিলে ইহা তরলরূপে পাওয়া যায়।



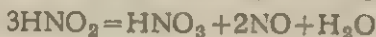
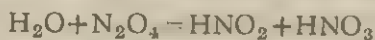
এই পদ্ধতিতে প্রস্তুত কিছু HNO_3 বিয়োজিত হইয়া NO_2 উৎপন্ন করে ও ইহা উৎপন্ন নাইট্রিক অ্যাসিডের সহিত মিশ্রিত হইয়া উত্থাকে ফিকা হলুদবর্ণ করে।



● বার্কল্যাণ্ড আইড* আর্ক পদ্ধতি—বায়ু হইতে নাইট্রিক অ্যাসিডের শিল্প প্রস্তুতির জন্য এককালে এই পদ্ধতিটি অল্পমত হইত। এই পদ্ধতিতে প্রথম একটি তীব্র উত্তাপদায়ী তড়িৎ আর্কের মধ্য দিয়া বিদ্যুৎ বায়ু দ্রুত চালনা করা হয়; ফলে নাইট্রোজেন ও অক্সিজেন সংযুক্ত হইয়া স্বল্প পরিমাণ নাইট্রিক অক্সাইড উৎপন্ন করে।

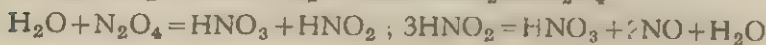
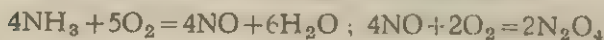


উৎপন্ন NO , আর্কের বাহিরে আসিয়া অতিরিক্ত অক্সিজেনের সহিত যুক্ত হইয়া N_2O_4 -এ পরিণত হয়। উৎপন্ন N_2O_4 -কে, ক্রমান্বয়ে কয়েকটি শোষণ কন্ডেন্সারের মধ্য দিয়া,—জল বা লঘু HNO_3 ধারাবাহে শোষণ করিলে নাইট্রিক অ্যাসিড উৎপন্ন হয়।



● অস্টোয়াল্ড † প্রণালী—অ্যামোনিয়াকে অতিরিক্ত পরিমাণ বায়ু সহযোগে উত্তপ্ত প্লাটিনাম অল্পধটকের ($750^\circ - 900^\circ \text{C}$) উপর দিয়া চালিত করিলে, অ্যামোনিয়া জারিত হইয়া NO উৎপন্ন করে।

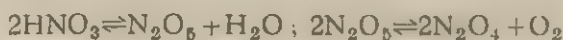
উৎপন্ন NO -কে অতিরিক্ত বায়ু যোগে NO_2 এবং NO_2 -কে জল বা লঘু HNO_3 -এতে শোষণের ফলে, নাইট্রিক অ্যাসিড উৎপন্ন হয়।



□ নাইট্রিক অ্যাসিডের ধর্ম :

ভৌতধর্ম—ইহা একটি ধূমায়মান কটুগন্ধী তরল পদার্থ। বিদ্যুৎ অবস্থায় ইহার স্ফুটনাংক 86°C এবং ঘনাংক 1.52। সকল উষ্ণতায়ই ইহা সামান্য বিয়োজিত হইয়া N_2O_5 ও জল উৎপন্ন করিতে থাকে।

রাসায়নিক ধর্ম—● নাইট্রিক অ্যাসিড সকল উত্তাপেই বিয়োজিত হইতে থাকে। আলোক সান্নিধ্যে ইহার দ্রুত বিয়োজন ঘটে এবং উচ্চতাপে ইহার পূর্ণ বিয়োজন ঘটে।



উৎপন্ন O_2 প্রমাণ করে ইহা একটি অক্সিজেন অ্যাসিড। উচ্চতাপে এইভাবে O_2 উৎপন্ন হয় বলিয়া উচ্চতাপে ইহা একটি উৎকৃষ্ট জারকরূপে ক্রিয়া করে।

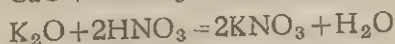
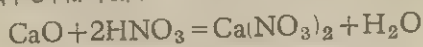
* Birkeland Eyrde Process.

† Ostwald Process.

● ইহা একটি তীব্র একক্ষারীয় অম্ল। জলীয় দ্রবণে ইহা সম্পূর্ণরূপে আয়নে বিযোজিত হয়।

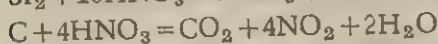
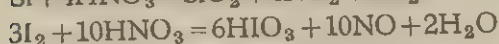
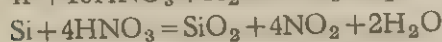
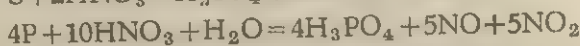
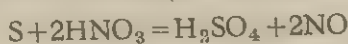
$$\text{HNO}_3 \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{NO}_3^-$$

● তীব্র অম্লরূপে নানা ক্ষার ও ক্ষারীয় অক্সাইড ও হাইড্রকসাইডকে প্রশমিত করিয়া ইহা নাইট্রেট লবণ উৎপন্ন করে।

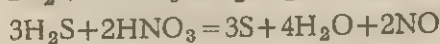
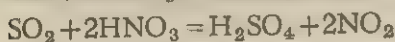
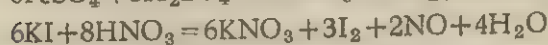
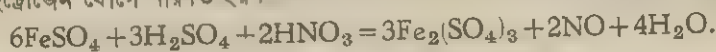


● গাঢ় নাইট্রিক অ্যাসিড ক্ষয়কারী (corrosive) পদার্থ; চর্মের সংস্পর্শে ইহা হালুদ বর্ণের দাগ ও গভীর অনুপ্রবেশে ক্ষত উৎপাদন করে। বহু জৈব ও উদ্ভিদ কোষ নাইট্রিক অ্যাসিড যোগে,—নাইট্রো-যোগে পরিণত হয়। গ্লিসারিনের সহিত নাইট্রিক অ্যাসিডের বিক্রিয়ার ফলে নাইট্রোগ্লিসারিন নামক তীব্র বিস্ফোরক পদার্থ উৎপন্ন হয় ইহা ডিনামাইটের উপাদান।

● উত্তপ্ত HNO_3 বহু অণাতুকে জারিত করিয়া উহাদের অক্সিঅ্যাসিড উৎপন্ন করে



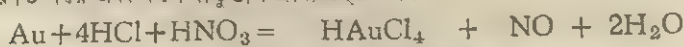
● বহু যোগে HNO_3 দ্বারা দ্রবণে জারিত হয় ও HNO_3 বিজারিত হইয়া নানা নাইট্রোজেন যোগে পরিণত হয়।



● গাঢ় HCl -এর সহিত গাঢ় HNO_3 , 3 : 1 আয়তনে মিশ্রিত হইয়া যে অম্ল তৈরী করে, উহাকে **অম্লরাজ** বা **অ্যাকোয়া রিজিয়া** (aqua regia) বলা হয়; এই মিশ্রে অম্ল দুইটির পারস্পরিক বিক্রিয়ায় জলের সহিত নাইট্রোসিল ক্লোরাইড নামে গাঢ় লাল রঙের গ্যাস ও সূক্ষ্ম (nascent) ক্লোরিন উৎপন্ন হয়।



সূক্ষ্ম ক্লোরিন— Au , Pt , প্রভৃতি সহজদ্রাব্য নয় এমন ধাতুগুলিকে ক্লোরাইডে পরিণত করে এবং ফলে ধাতুগুলি দ্রাব্য হইয়া যায়।



দ্রাব্য ক্লোরোঅরিক অ্যাসিড

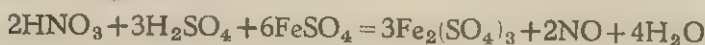
● দ্রবণে HNO_3 জারক পদার্থরূপে বিভিন্ন ধাতুর সহিত বিভিন্ন গাঢ়তায় বিক্রিয়া করিয়া—বিভিন্ন পদার্থ উৎপন্ন করে :

ধাতু	গাঢ়তা	বিক্রিয়া
Cu	উচ্চতাপে গাসীয় HNO_3	$5\text{Cu} + 2\text{HNO}_3 = 5\text{CuO} + \text{H}_2\text{O} + \text{N}_2$
	উত্তপ্ত ও গাঢ় HNO_3	$\text{Cu} + 4\text{HNO}_3 = \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{NO}_2$
	শীতল ও মধ্যম লঘু HNO_3 (1 : 1)	$3\text{Cu} + 8\text{HNO}_3 = 3\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 4\text{H}_2\text{O} + 2\text{NO}$
	শীতল ও লঘু HNO_3	$4\text{Cu} + 10\text{HNO}_3 = 4\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 5\text{H}_2\text{O} + \text{N}_2\text{O}$
Zn	উত্তপ্ত ও গাঢ় HNO_3	$\text{Zn} + 4\text{HNO}_3 = \text{Zn}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{NO}_2$
	শীতল ও লঘু HNO_3	$3\text{Zn} + 8\text{HNO}_3 = 3\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 + 4\text{H}_2\text{O} + 2\text{NO}$
	শীতল ও অতি লঘু HNO_3	$4\text{Zn} + 10\text{HNO}_3 = 4\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 + 3\text{H}_2\text{O} + \text{NH}_4\text{NO}_3$
		বা $4\text{Zn} + 10\text{HNO}_3 = 4\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 + 5\text{H}_2\text{O} + \text{N}_2\text{O}$
Fe	অতি গাঢ় HNO_3	বিক্রিয়াহীন : নিষ্ক্রিয় অবস্থা (Passivity)
	গাঢ় ও উত্তপ্ত HNO_3	$\text{Fe} + 4\text{HNO}_3 = \text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{NO}$
	শীতল ও লঘু HNO_3	$4\text{Fe} + 10\text{HNO}_3 = 4\text{Fe}(\text{NO}_3)_2 + 3\text{H}_2\text{O} + \text{NH}_4\text{NO}_3$
Hg	উত্তপ্ত ও গাঢ় HNO_3	$\text{Hg} + 4\text{HNO}_3 = \text{Hg}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{NO}_2$
	শীতল ও লঘু HNO_3	$6\text{Hg} + 8\text{HNO}_3 = 3\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2 + 4\text{H}_2\text{O} + 2\text{NO}$
Sn.	শীতল ও লঘু HNO_3	$4\text{Sn} + 10\text{HNO}_3 = 4\text{Sn}(\text{NO}_3)_2 + 3\text{H}_2\text{O} + \text{NH}_4\text{NO}_3$
	উত্তপ্ত ও গাঢ় HNO_3	$5\text{Sn} + 20\text{HNO}_3 = \text{H}_2\text{Sn}_5\text{O}_{11} \cdot 4\text{H}_2\text{O} + 5\text{H}_2\text{O} + 20\text{NO}_2$
Ag	উত্তপ্ত ও লঘু HNO_3	$\text{Ag} + 2\text{HNO}_3 = \text{AgNO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{NO}_2$
Mg	লঘু ও শীতল HNO_3	$\text{Mg} + 2\text{HNO}_3 = \text{Mg}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2$

□ নাইট্রিক অ্যাসিড ও নাইট্রেট লবণের নিরীক্ষা :

● নাইট্রিক অ্যাসিড ও নাইট্রেট লবণকে তামার কুচি ও গাঢ় H_2SO_4 দিয়া উত্তপ্ত করিলে NO_2 গ্যাসের বাদামী ধোঁয়া উৎপন্ন হয়।

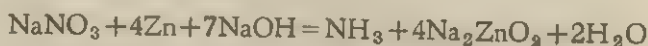
● নাইট্রিক অ্যাসিড ও নাইট্রেট লবণের সহিত গাঢ় H_2SO_4 যোগ করিয়া মিশ্র দ্রবণে সাবধানে লঘু ফেরাস সালফেট ($FeSO_4$) দ্রবণ যোগ করিলে, দুইটি দ্রবণের সংযোগ স্থলে একটি সূক্ষ্ম বাদামী বর্ণের বলয় উৎপন্ন হয়। পরীক্ষাটির নাম—**বলয়-পরীক্ষা (ring test)**।



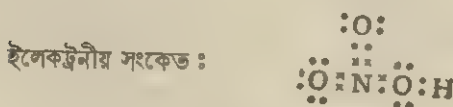
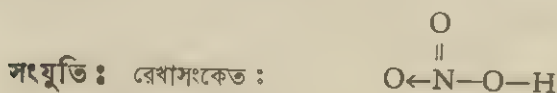
বাদামী বর্ণের যোগ

● ব্রুসিনের (Brucine) সহিত গাঢ় H_2SO_4 দ্রবণে নাইট্রেট লবণ বা নাইট্রিক অ্যাসিড যোগ করিলে, বর্ণ গোলাপী হয়।

● নাইট্রেট লবণকে Zn ও গাঢ় $NaOH$ দ্রবণযোগে উত্তপ্ত করিলে, তীব্রগন্ধী অ্যামোনিয়া (NH_3) গ্যাস উৎপন্ন হয়।



□ ব্যবহার : ● পরীক্ষাগারে নানা বিক্রিয়ায় বিক্রিয়করূপে, ● বিস্ফোরক পদার্থসমূহ যেমন নাইট্রোগ্লিসারিন, ট্রাইনাইট্রোটলুইন (T. N. T.), পিক্রিক অ্যাসিড প্রভৃতি প্রস্তুতিতে, ● সালফিউরিক অ্যাসিড উৎপাদনে, ● কয়লাজাত আলকাতরা হইতে রঞ্জক প্রস্তুতিতে, ● সার উৎপাদনে, ● ধাতুশিল্পে, ● সেলুলয়েড, কলোডিয়ন, সেলোফেন, রেয়ন, পালিশ, নাইট্রোসেলুলোজ প্রভৃতি প্রস্তুতিতে,—নাইট্রিক অ্যাসিড ব্যবহৃত হয়।



ফসফোরাস অ্যাসিড (H_3PO_3)

ফসফোরাসের গুরুত্বপূর্ণ অক্সিঅ্যাসিড দুইটি :—ফসফোরাস অ্যাসিড (H_3PO_3) ও ফসফোরিক অ্যাসিড (H_3PO_4)। ইহারা যথাক্রমে P_2O_3 ও P_2O_5 নিরঙ্গক হইতে উৎপন্ন হয়।

□ ফসফোরাস অ্যাসিডের প্রস্তুতি :

● ফসফোরাস ট্রাইক্লোরাইডকে শীতল জলে দ্রবীভূত করিলে ফসফোরাস অ্যাসিড উৎপন্ন হয়। $P_2O_3 + 3H_2O = 2H_3PO_3$

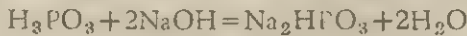
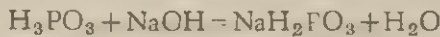
● ফসফোরাস ট্রাইক্লোরাইডের আর্দ্রবিশ্লেষ হইতেই সাধারণত ফসফোরাস অ্যাসিড প্রস্তুত হয় $PCl_3 + 3H_2O = H_3PO_3 + 3HCl$

বিক্রিয়ার শেষে, মিশ্রণটিকে $180^\circ C$ উত্তপ্ত করিলে, উৎপন্ন HCl ,—দ্রবণ হইতে বাষ্পীভূত হইয়া যায় ও দ্রবণ হইতে ফসফোরাস অ্যাসিড কঠিন কেলাসিত পদার্থরূপে পাওয়া যায়।

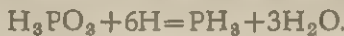
□ ফসফোরাস অ্যাসিডের ধর্ম :

ভৌত ধর্ম—ইহা একটি সাদা কঠিন কেলাসিত পদার্থ গলনাংক $70^\circ C$ । ইহা জলে দ্রাব্য।

রাসায়নিক ধর্ম—● ইহার অণুব গঠনে তিনটি পরমাণু থাকিলেও ইহার জলীয় দ্রবণ একটি দ্বিস্ফারীয় অম্ল এবং দুইটি শ্রেণীর ফসফাইট লবণ, $-NaH_2PO_3$ এবং Na_2HPO_3 উৎপন্ন করে।



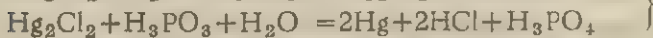
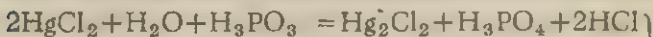
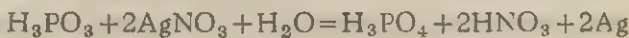
ইহার লবণগুলি Zn ও লঘু অম্লের সহিত বিক্রিয়া করিয়া ফসফিন উৎপন্ন করে।



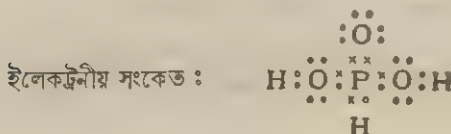
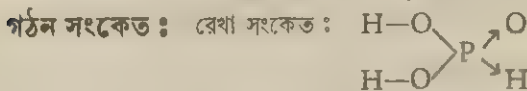
● ইহা $200^\circ C$ উষ্ণতায় বিযোজিত হইয়া ফসফিন ও ফসফোরিক অ্যাসিড উৎপন্ন করে।



● ইহা তীব্র বিজারক পদার্থ, Cu , Ag ও Hg লবণের দ্রবণ হইতে ইহা ধাতুগুলিকে অধঃক্ষিপ্ত করে।

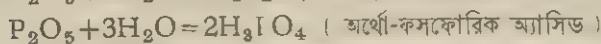
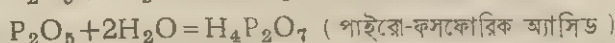
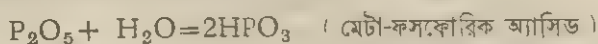


● ইহা PCl_5 -এর সহিত বিক্রিয়ায় ফসফোরাস ট্রাইক্লোরাইড ও ফসফোরাস অক্সিক্লোরাইড উৎপন্ন করে।



ফসফোরিক অ্যাসিড (H_3PO_4)

ফসফোরাস পেন্টক্সাইড (P_2O_5 , নিরুদক হইতে জলের বিক্রিয়ায় জলের পরিমাণ ভেদে তিনটি ফসফোরিক অ্যাসিড উৎপন্ন হয়—



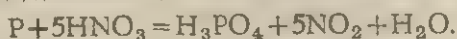
এইগুলির মধ্যে অর্থো-ফসফোরিক অ্যাসিডকেই,—ফসফোরিক অ্যাসিড বলিয়া সাধারণত অভিহিত করা হয় ও এই অ্যাসিডটিই নানা ক্ষেত্রে বহুল ব্যবহৃত হয়।

□ ফসফোরিক অ্যাসিডের প্রস্তুতি :

● ফসফোরাস পেন্টক্সাইড জলের সহিত বিক্রিয়ায় ফসফোরিক অ্যাসিড উৎপন্ন করে।

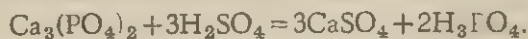


● আয়োডিন অক্সটকের সান্নিধ্যে গাঢ় নাইট্রিক অ্যাসিডের (ঘনাত্মক 1.2) সহিত লাল ফসফোরাস বিক্রিয়া করিলে, দ্রবণে ফসফোরিক অ্যাসিড উৎপন্ন হয়।

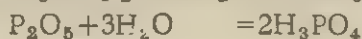
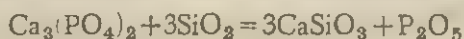


দ্রবণটি $180^\circ C$ উষ্ণতার মধ্যে বাষ্পীভবন করিলে কঠিন কেলাসিতরূপে ফসফোরিক অ্যাসিড পাওয়া যায়।

● শিল্প প্রস্তুতির ক্ষেত্রে ইহা অস্থিভস্ম বা ক্যালসিয়াম ফসফেটের সহিত গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিডের বিক্রিয়ায় উৎপন্ন করা হয়।



অণু প্রক্রিয়ায়, ফসফোরাসের শিল্পপ্রস্তুতির অণু ব্যবহৃত তড়িচ্চুল্লীতে কোক ব্যবহার না করিয়া কেবলমাত্র ক্যালসিয়াম ফসফেট ও সিলিকার মিশ্র তীব্র উত্তপ্ত করিলে, ফসফোরাস পেন্টক্সাইড উৎপন্ন হয়; উৎপন্ন গ্যাসীয় ফসফোরাস পেন্টক্সাইডকে জলে সোজাসুজি দ্রবীভূত করিলে ফসফোরিক অ্যাসিড উৎপন্ন হয়।



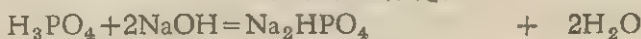
□ ফসফোরিক অ্যাসিডের ধর্ম :

ভৌতধর্ম—ইহা একটি বর্ণহীন জলাকর্ষী কেলাসিত কঠিন পদার্থ। ইহার গলনাংক $42^\circ C$ । ইহা জলে অতিমাত্রায় দ্রাব্য। ঘন দ্রবণে (85%) ইহা সিরাপের আয় গাঢ়। এরূপ দ্রবণকে ফসফোরিক অ্যাসিড সিরাপ (syrupy phosphoric acid) বলা হয়। ইহার ঘনাত্মক 1.7।

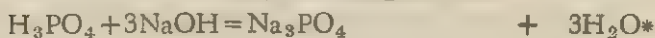
রাসায়নিক ধর্ম—● ইহা একটি ত্রি-ক্ষারীয় অম্ল এবং তিনটি স্তরে ক্ষারকে প্রশমিত করিয়া তিনটি শ্রেণীর ফসফেট লবণ উৎপাদন করে।



মনোসোডিয়াম ডাইহাইড্রোজেন ফসফেট

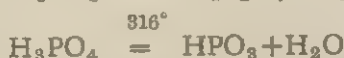


ডাইসোডিয়াম হাইড্রোজেন ফসফেট



ট্রাইসোডিয়াম ফসফেট

● ফসফোরিক অ্যাসিড উত্তপ্ত করিলে প্রথম পাইরো-ফসফোরিক অ্যাসিড, পরে আরও উত্তাপে মেটা-ফসফোরিক অ্যাসিড পরিণত হয়।



□ **ফসফোরিক অ্যাসিড ও ফসফেট লবণের নিরীক্ষা :**

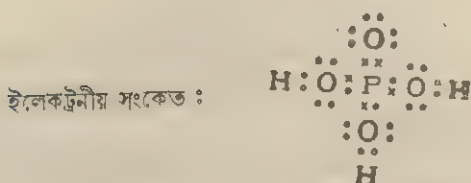
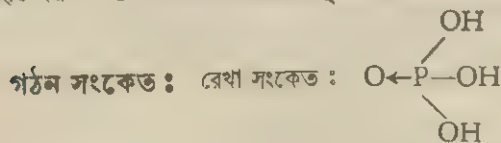
ফসফোরিক অ্যাসিড ও ফসফেট লবণগুলি দ্রবণে—

● কেরিক ক্লোরাইড দ্রবণের সহিত একটি রক্তাভ পীতবর্ণের অধঃক্ষেপ FePO_4 উৎপন্ন করে।

● গাঢ় নাইট্রিক অ্যাসিড ও অ্যামোনিয়াম মলিবডেট (ammonium molybdate) দ্রবণের সহিত, বাসন্তী-হলুদ রঙের অধঃক্ষেপ উৎপন্ন করে।

● সিলভার নাইট্রেট দ্রবণের সহিত হলুদ বর্ণের অধঃক্ষেপ Ag_3PO_4 উৎপন্ন করে।

□ **ব্যবহার :** ● পরীক্ষাগারে ফসফোরিক অ্যাসিড নানা রাসায়নিক পরীক্ষায় ব্যবহৃত হয়। ● ফসফেট লবণগুলি, মূল্যবান সাররূপে ব্যবহার হয়।



*ফসফোরিক অ্যাসিডকে কৃষ্ণিক সোডা যোগে প্রশমন কালে মিথাইল রেড (methyl red) নির্দেশক ব্যবহার করিলে, যখন নির্দেশকের বর্ণ পরিবর্তন হয় তখন প্রথম স্তরের প্রশমন হুচিত করে : একই প্রশমনে ফিনলপ্‌থ্যালিন নির্দেশক ব্যবহার করিলে, উচ্চারণ যখন বর্ণ পরিবর্তন ঘটে তখন দ্বিতীয় স্তরের প্রশমন হুচিত করে তৃতীয় স্তরের প্রশমনের জন্য যোগ্য নির্দেশক নাই।

সালফিউরাস অ্যাসিড (H_2SO_3)

সালফারের গুরুত্বপূর্ণ অক্সিঅ্যাসিড দুইটি—সালফিউরাস অ্যাসিড (H_2SO_3) ও সালফিউরিক অ্যাসিড (H_2SO_4)। ইহারা যথাক্রমে SO_2 ও SO_3 নিরুদক হইতে জলের সংযোগে উৎপন্ন হয়।

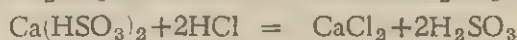
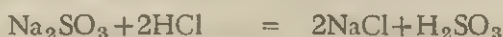
সালফিউরাস অ্যাসিডের লবণগুলি—সালফাইট ও বাইসালফাইট স্থায়ী হইলেও, সালফিউরাস অ্যাসিড অস্থায়ী অ্যাসিড; কেবলমাত্র দ্রবণে ইহা বর্তমান থাকে; দ্রবণ হইতে ইহাকে পৃথক করা যায় না।

□ সালফিউরিক অ্যাসিডের প্রস্তুতি :

● সালফার ডায়ক্সাইডকে জলে দ্রবীভূত করিলে, দ্রবণে লঘু সালফিউরাস অ্যাসিড উৎপন্ন হয়।



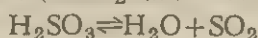
● সালফাইট বা বাইসালফাইট লবণগুলির শীতল দ্রবণে লঘু অ্যাসিড যোগ করিলে, দ্রবণে সালফিউরাস অ্যাসিড উৎপন্ন হয়।



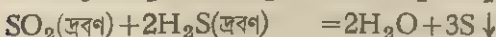
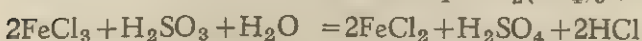
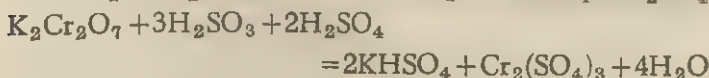
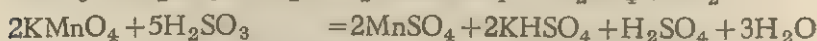
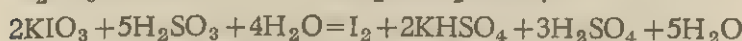
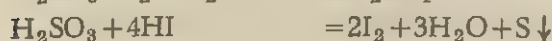
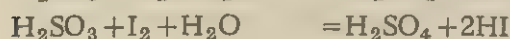
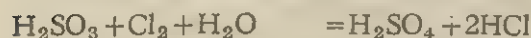
□ সালফিউরিক অ্যাসিডের ধর্ম :

ইহা অস্থায়ী অ্যাসিড ও বিষাক্তকারে পাওয়া সম্ভব নয় বলিয়া ইহার ভৌতধর্মগুলি পরীক্ষা করা যায় না। ইহাকে SO_2 গ্যাসের জলীয় দ্রবণ বলিয়াই গণ্য করা যায়।

● উত্তপ্ত করিলে ইহা SO_2 গ্যাস উৎপন্ন করে।

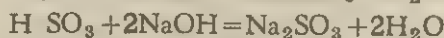
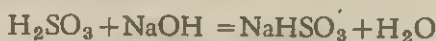


● ইহা তীব্র বিজারক পদার্থ; নানা পদার্থকে ইহা বিজারিত করে।



● সালফিউরাস অ্যাসিড, সালফার ডায়ক্সাইডের ন্যায় বিরজক পদার্থ। ইহার বিরজন ক্রিয়া যথেষ্ট স্থায়ী নয়।

● ইহা একটি মৃদু দ্বি-ক্ষারীয় অম্ল ; প্রশমন ক্রিয়ায় ইহা বাইসালফাইট ও সালফাইট দুই শ্রেণীর লবণ উৎপন্ন করে ।



মৃদু অম্লের লবণ বলিয়া এই লবণগুলির, জলীয় দ্রবণে আর্দ্র-বিশ্লেষ ঘটে, ফলে দ্রবণগুলি মৃদু ক্ষারীয় দ্রবণের ধর্ম সম্পন্ন হয় ।

□ সালফিউরাস অ্যাসিড ও সালফাইট লবণের নিরীক্ষা :

সালফিউরাস অ্যাসিড বা সালফাইট লবণের দ্রবণে—

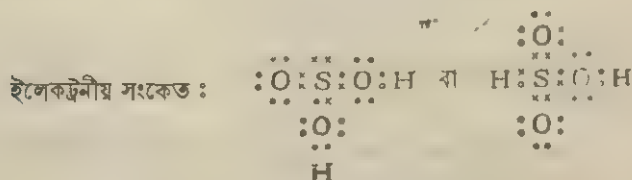
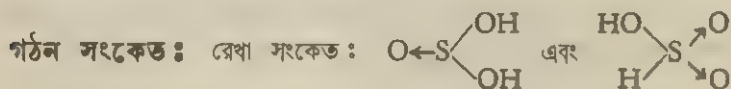
● গাঢ় HCl যোগ করিয়া উত্তপ্ত করিলে, কটুগন্ধী SO_2 গ্যাস উৎপন্ন হয় ,
উহা অম্লীকৃত $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ সিল্ক কাগজকে সবুজ বর্ণ করে ।

● অম্লীকৃত KMnO_4 দ্রবণ যোগ করিলে, উহা বর্ণহীন হয় ।

● অম্লীকৃত $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ দ্রবণ যোগ করিলে, উহা সবুজ বর্ণ হয় ।

● BaCl_2 দ্রবণ যোগ করিলে, সাদা বেরিয়াম সালফাইটের (BaSO_3) অধঃক্ষেপ উৎপন্ন হয় ; ইহা HCl-এ দ্রাব্য ।

□ ব্যবহার : ● সালফিউরাস অ্যাসিড বিজারকরূপে পরীক্ষাগারে পরীক্ষাকার্যে ব্যবহৃত হয় । ● সালফাইট লবণগুলি বিরঞ্জকরূপে ব্যবহৃত হয় ; কিছু সালফাইট লবণ ফটোগ্রাফিতেও ব্যবহৃত হয় ।

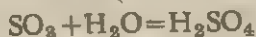


সালফিউরিক অ্যাসিড (H_2SO_4)

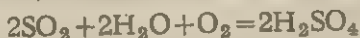
রাসায়নিক নানা অ্যাসিডগুলির মধ্যে ইহার ব্যবহারই সর্বাধিক । প্রাচীন কাল হইতেই ইহার ধর্ম ও ব্যবহার পরিচিত । নানা গুরুত্বপূর্ণ শিল্পে ইহা ব্যবহৃত হয় । সালফিউরিক অ্যাসিডের লবণরূপে নানা ধাতব সালফেট প্রাকৃতিক খনিজে বর্তমান থাকে ।

□ সালফিউরিক অ্যাসিডের প্রস্তুতি :

- সালফার ট্রায়কসাইড জলে দ্রবীভূত করিলে সালফিউরিক অ্যাসিড উৎপন্ন হয়।



- সালফিউরাস অ্যাসিড বা সালফার ডায়ক্সাইডের জলীয় দ্রবণ বায়ুর সংস্পর্শে স্বতঃই জারিত হইয়া, সালফিউরিক অ্যাসিড উৎপন্ন করে।



- হাইড্রোজেন পারক্সাইড দ্রবণের সহিত SO_2 -এর বিক্রিয়ায় সালফিউরিক অ্যাসিড উৎপন্ন হয়। $\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O}_2 = \text{H}_2\text{SO}_4$

- শিল্প প্রস্তুতির ক্ষেত্রে, সালফার ডায়ক্সাইড হইতে সালফিউরিক অ্যাসিড উৎপাদন করা হইয়া থাকে। ইহা দুইটি পদ্ধতিতে করা হয়।

(i) প্রকোষ্ঠ পদ্ধতি (chamber process)।

(ii) সংস্পর্শ পদ্ধতি (contact process)।

প্রকোষ্ঠ পদ্ধতি—এককালে সালফিউরিক অ্যাসিডের শিল্প প্রস্তুতিতে বহুল ব্যবহৃত হইলেও বর্তমানে পদ্ধতিটি প্রায় পরিত্যক্ত।

এই পদ্ধতির মূল সূত্র, সালফার ডায়ক্সাইড, নাইট্রোজেন পারক্সাইড ও স্টীম একত্রে (একটি প্রকোষ্ঠে) বিক্রিয়া করিলে, সালফিউরিক অ্যাসিড উৎপন্ন হয়। বিক্রিয়াটি কয়েকটি স্তরে ঘটে—

I. প্রথমে SO_2 , NO_2 -এর সহিত বিক্রিয়ার—সালফার ট্রায়ক্সাইড ও নাইট্রিক অক্সাইড উৎপন্ন করে। $\text{SO}_2 + \text{NO}_2 = \text{SO}_3 + \text{NO}$

II. দ্বিতীয়ত, উৎপন্ন SO_3 স্টীমের সহিত বিক্রিয়ায় সালফিউরিক অ্যাসিড উৎপন্ন করে। $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4$

III. তৃতীয়ত, উৎপন্ন নাইট্রিক অক্সাইড বায়ুযোগে পুনরায় নাইট্রোজেন পারক্সাইডে পরিণত হয়। $2\text{NO} + \text{O}_2 = 2\text{NO}_2$

উৎপন্ন নাইট্রোজেন পারক্সাইড পুনরায় সালফার ডায়কসাইডকে জারিত করে ও বিক্রিয়াটি ক্রমান্বয়ে চলিতে থাকে।

এই বিক্রিয়ায় নাইট্রোজেন পারক্সাইড বস্তুত অক্সিজেন-বাহকের ভূমিকা গ্রহণ করে। বায়ুর অক্সিজেন সোজাসুজি SO_2 এর সহিত বিক্রিয়া না করিয়া নাইট্রোজেন পারক্সাইডের মাধ্যমে SO_2 -তে পৌঁছায় ও উহাকে জারিত করে।

(ii) **সংস্পর্শ পদ্ধতি**—এই পদ্ধতিটির মূল সূত্র হইল SO_2 ও অক্সিজেন-মিশ্র উত্তপ্ত অম্লধাতকের (প্লাটিনাম, প্লাটিনাম প্রলিপ্ত অ্যাসবেস্টল, ভ্যানাডিয়াম-পেন্টক্সাইড প্রভৃতি) উপর দিয়া প্রবাহিত করিলে জারণের ফলে সালফার ট্রায়কসাইড

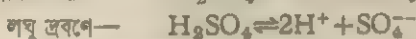
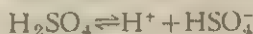
উৎপন্ন হয়; উৎপন্ন সালফার ট্রায়ক্সাইডকে জলে দ্রবীভূত করিয়া সালফিউরিক অ্যাসিড পাওয়া যায়।



এই পদ্ধতিটিই বর্তমানে সালফিউরিক অ্যাসিডের শিল্প প্রস্তুতিতে বেশী ব্যবহৃত হয়। বিস্তৃত বিবরণের জ্ঞান সম্পূর্ণ অধ্যায় প্রদেয়।

□ সালফিউরিক অ্যাসিডের ধর্ম:

ভৌত ধর্ম—বিশুদ্ধ সালফিউরিক অ্যাসিড বর্ণহীন, তৈলের ন্যায় ঘন পদার্থ। ইহা শীতল করিলে কঠিন সাদা কেলাস উৎপন্ন করে, গলনাংক 10.5°C । তরল সালফিউরিক অ্যাসিডের (98.3%) স্ফটনাংক 33.3°C , ইহার ঘনাংক 1.81। বিশুদ্ধ অ্যাসিড তড়িৎ অপরিবাহী, কিন্তু সামান্য জল যোগ করিলেই ইহা তড়িৎ পরিবাহী হয়। ওসে ও আয়নিত হয়।

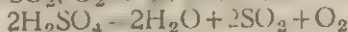


জলে ইহা সর্বমায়ম্য দ্রাব্য ও জলে গাঢ় H_2SO_4 -এর দ্রবীভবন কালে প্রচুত তাপ উৎপন্ন হয়*। ইহা তীব্র জ্বালানী পদার্থ বলিয়া স্তম্ভীকরণে বহুল ব্যবহৃত হয়। ইহা একটি ক্ষয়কারী (corrosive) পদার্থ এবং ইহা জৈব ও উদ্ভিদ কোষ বিনষ্ট করে।

রাসায়নিক ধর্ম—● উত্তাপে ইহা বিয়োজিত হইতে থাকে ও গাঢ় ধোঁয়ার ন্যায় সালফার ট্রায়ক্সাইড গ্যাস উৎপন্ন করে।



তীব্র উত্তাপে ইহা SO_2 , O_2 ও স্টিম উৎপন্ন করে।



এই বিক্রিয়াটি হইতে প্রমাণিত হয় যে H_2SO_4 -এ অক্সিজেন আছে

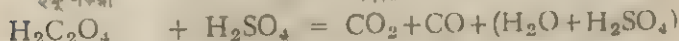
● আর্দ্র পদার্থকে শোষণকারী (dessicator) ইহার সন্নিবিষ্ট রাখিলে, ইহার জলের প্রতি আকর্ষণ অত্যধিক বলিয়া, আর্দ্র পদার্থের জল শোষণ করিয়া লয় ও পদার্থটি শুষ্ক হইয়া যায়।

নানা জৈব পদার্থের অণু হইতে ইহা হাইড্রোজেন ও অক্সিজেন পরমাণুকে জলরূপে আকর্ষণ ও শোষণ করে এবং নানা জৈব পদার্থ ইহার সহিত উত্তাপে বিক্রিয়ায় অগ্নি পদার্থে পরিণত হয়।



ইক্ষু শর্করা

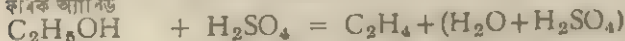
অকার



অক্স্যালিক অ্যাসিড



ফর্মিক অ্যাসিড

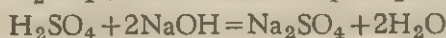
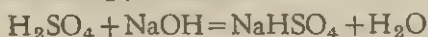


ইথাইল অ্যালকোহল

ইথিলিন

* প্রকৃতপক্ষে দ্রবণের কালে কয়েকটি সোদক $\text{H}_2\text{SO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ($n = 1, 2, 4$) উৎপন্ন হয়।

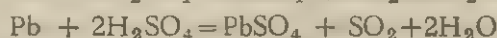
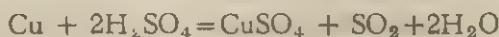
● ইহা একটি দ্বি-ক্ষারীয় অম্ল এবং বিভিন্ন ক্ষার ও ক্ষারকের সহিত প্রশমন ক্রিয়ায় ইহা দুই শ্রেণীর লবণ (i) শমিত সালফেট লবণ (SO_4^{2-}) ও (ii) অর্ধশমিত বাইসালফেট লবণ (HSO_4^-) উৎপন্ন করে।



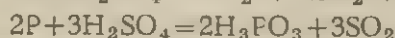
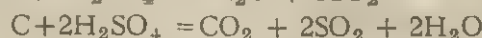
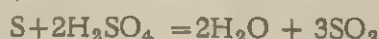
সালফেট লবণগুলির মধ্যে Ca , Ba , Sr ও Pb -এর লবণগুলি জলে অদ্রাব্য, বাকী সালফেট লবণগুলি দ্রাব্য (যেমন Hg , Cu , Ag , Zn , প্রভৃতি)।

● গাঢ় H_2SO_4 উচ্চ তাপে একটি তীব্র জারক পদার্থ।

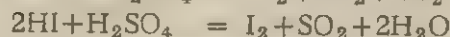
(i) নানা ধাতুর সহিত, বিক্রিয়ায় উত্তপ্ত গাঢ় H_2SO_4 ধাতব সালফেট ও SO_2 উৎপন্ন করে।



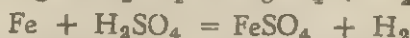
(ii) নানা অধাতুর সহিত উত্তপ্ত গাঢ় H_2SO_4 -এর বিক্রিয়ায় অধাতুটি জারিত হয় ও SO_2 উৎপন্ন হয়।



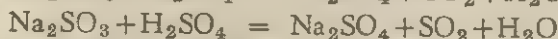
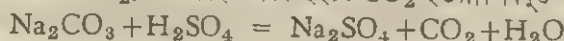
(iii) গাঢ় H_2SO_4 উচ্চ তাপে HBr এবং HI -কে জারিত করে।



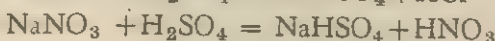
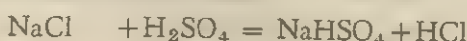
● লঘু H_2SO_4 তাড়িত রাসায়নিক পর্দায়ে হাইড্রোজেনের উর্ধ্ব অবস্থিত প্রায় সকল ধাতুর সহিত (লেড বাদে) বিক্রিয়া করিয়া ধাতব সালফেট ও হাইড্রোজেন উৎপন্ন করে।



● তীব্র অম্ল বলিয়া ইহা কার্বনেট ও বাইকার্বনেট লবণ হইতে CO_2 , নাইট্রাইট লবণ হইতে NO এবং NO_2 , সালফাইট লবণ হইতে SO_2 ইত্যাদি বিমুক্ত করে।



● ইহা কম উদ্বায়ী বলিয়া, অধিক উদ্বায়ী অম্লগুলির (HCl , HNO_3) লবণ হইতে অধিক উদ্বায়ী অম্লগুলিকে প্রতিস্থাপিত করে।



● তড়িৎ বিশ্লেষণ করিলে—সর্ব ও গাঢ়তা অম্লবায়ী H_2SO_4 নানা পদার্থ উৎপাদন করে। যেমন—

(i) H_2 ও O_2 (জলের অধ্যায় দ্রষ্টব্য)

(ii) ওজোনযুক্ত অক্সিজেন (ওজোনের অধ্যায় দ্রষ্টব্য)।

(iii) পারডাইসালফিউরিক অ্যাসিড (হাইড্রোজেন পারক্সাইডের অধ্যায় দ্রষ্টব্য)।

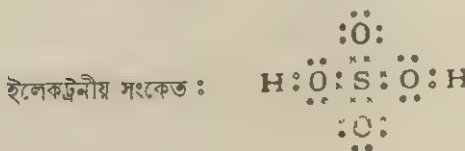
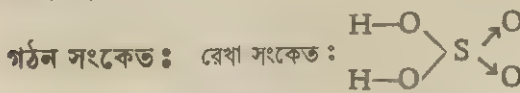
□ সালফিউরিক অ্যাসিড ও সালফেট লবণের নিরীক্ষা :

সালফিউরিক অ্যাসিডকে কপার কুচিসহ উত্তপ্ত করিলে, SO_2 গ্যাস উৎপন্ন করে; এই গ্যাসের গন্ধ পোড়া গন্ধকের হায় ও উহার সংস্পর্শে অস্বীকৃত $K_2Cr_2O_7$ সিন্ধু কাগজ সবুজ বর্ণ হয়।

● সালফিউরিক অ্যাসিড বা সালফেটের জলীয় দ্রবণে $BaCl_2$ দ্রবণ যোগ করিলে সাদা বেরিয়াম সালফেটের অধঃক্ষেপ উৎপন্ন হয়; ইহা জল ও বিভিন্ন অ্যাসিড অদ্রাব্য।

□ সালফিউরিক অ্যাসিডের ব্যবহার :

● বহু রাসায়নিক পদার্থের উৎপাদনে ইহা কাঁচামাল রূপে ব্যবহৃত হয়। বস্তুত ‘সালফিউরিক অ্যাসিড ব্যবহারের পরিমাণ হইতে একটি দেশের শিল্প-প্রগতি নির্ধারিত হয়’। ● ইহা HCl , HNO_3 প্রভৃতি অ্যাসিড প্রস্তুতিতে, রঞ্জক প্রস্তুতিতে, নানা প্রলেপ বর্ণ উৎপাদনে, বিস্ফোরক প্রস্তুতিতে ব্যবহৃত হয়। ● বহু সালফেট লবণ ও ফটকিরি, সুপারফসফেট অফ্‌ লাইম সার, গ্লুকোজ উৎপাদন ইত্যাদিতে ইহা ব্যবহার হয়। ● পেট্রোলিয়াম শোধনে ইহা ব্যবহৃত হয়। ● ধাতু শিল্পে, গ্যালভানাইজ করার কাজে, ব্যাটারি প্রস্তুতিতে ইহা ব্যবহার করা হয়। ● বহু জৈব যৌগের সংশ্লেষণে ইহা ব্যবহৃত হয়।



প্রশ্নাবলী

1. নাইট্রাস অ্যাসিডের প্রস্তুতি বর্ণনা কর। জারক ও বিজারক পদার্থরূপে নাইট্রাস অ্যাসিডের কয়েকটি বিক্রিয়া সমীকরণযোগে বিবৃত কর। নাইট্রাইট লবণ ও নাইট্রাস অ্যাসিডের দুইটি নিরীক্ষা লিখ। নাইট্রাস অ্যাসিডের রেখা সংকেত কি ?

2. (i) পরীক্ষাগারে নাইট্রিক অ্যাসিড প্রস্তুতির জন্ম কি পদ্ধতি ব্যবহৃত হয়? বিভিন্ন অবস্থায় নাইট্রিক অ্যাসিডের সহিত নিম্নোক্ত ধাতু ও অধাতুগুলির বিক্রিয়া সমীকরণ সহ লিখ :

S, P, C, I₂, Cu, Zn, Fe.

(ii) টীকা লিখ : অ্যাকোয়া রিজিয়া, বলয় পরীক্ষা, নাইট্রেট লবণের নিরীক্ষা।

3. ফসফোরাস ও ফসফোরিক অ্যাসিডের একটি সংক্ষিপ্ত আলোচনা কর। উহাদের রেখাসংকেত কি কি? ফসফেট লবণের একটি নিরীক্ষা লিখ।

4. সালফিউরাস অ্যাসিডের সহিত নিম্নলিখিত বিক্রিয়কগুলির বিক্রিয়া সমীকরণ যোগে বিবৃত কর :

Cl₂, HI, KIO₃, FeCl₃, H₂S, NaOH.

5. সালফাইট লবণগুলির দুইটি নিরীক্ষা বর্ণনা কর। সালফিউরাস অ্যাসিড ও সোডিয়াম বাই-সালফাইটের রেখাসংকেত লিখ।

6. (i) 'প্রকোষ্ঠ পদ্ধতিতে' সালফিউরিক অ্যাসিডের উৎপাদনের ক্ষেত্রে যে বিক্রিয়াগুলি ঘটে উহাদের সংক্ষিপ্ত আলোচনা কর।

উত্তপ্ত ও গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিডের সহিত নিম্নলিখিত বিক্রিয়কগুলির বিক্রিয়া সমীকরণযোগে বিবৃত কর—

S, C, P, Cu, Pb, NaNO₃.

(ii) সালফিউরিক অ্যাসিড হইতে তড়িৎ-বিশ্লেষণে, কোন কোন সর্তে কি কি পদার্থ উৎপন্ন হয়?

7. সালফেট লবণের নিরীক্ষা কি? সালফিউরিক অ্যাসিডের রেখাসংকেত কি? সালফিউরিক অ্যাসিডের কয়েকটি ব্যবহার উল্লেখ কর।

অ্যামোনিয়া (NH₃)

হাইড্রোজেনের সহিত নাইট্রোজেনের উৎপন্ন যৌগগুলির* মধ্যে অ্যামোনিয়া সর্বাধিক গুরুত্বপূর্ণ যৌগ। বহু রাসায়নিক শিল্পে ও সার শিল্পে, এবং পরীক্ষাগারে নানা পরীক্ষায় ইহার প্রত্যক্ষ বা পরোক্ষ প্রয়োগ হয়।

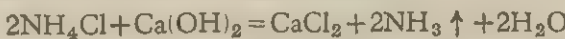
প্রাকৃতিক ভাবে অ্যামোনিয়া বায়ু ও জলে সামান্য পরিমাণে বর্তমান থাকে। উদ্ভিদ ও জৈবদেহের নানা পরিত্যক্ত পদার্থ হইতে ও পচনজাত পদার্থ হইতে অ্যামোনিয়া উৎপন্ন হয়। এই অ্যামোনিয়া মৃত্তিকার অ্যামোনিয়াম লবণরূপে সঞ্চিত হয় ও উদ্ভিদ খাওয়ারূপে গৃহীত হয়।

□ অ্যামোনিয়া প্রস্তুতি :

অ্যামোনিয়া প্রস্তুতি সাধারণত নিম্নলিখিত উপাদানগুলি হইতে করা হয়—

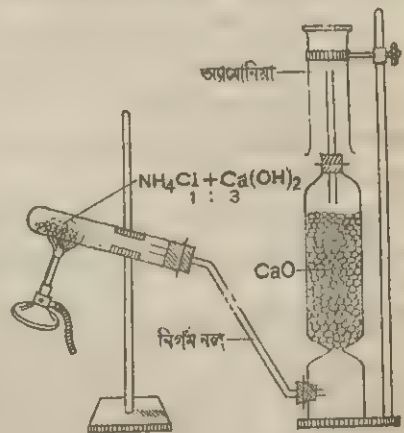
(i) অ্যামোনিয়াম লবণ, (ii) বিভিন্ন নাইট্রোজেন যৌগ, (iii) নাইট্রোজেন ও হাইড্রোজেন মিশ্র ও (iv) কয়লা।

● অ্যামোনিয়া মৃদু ক্ষারীয় ধর্মযুক্ত। সেজন্য ইহার লবণগুলিকে তীব্র ক্ষারের সহিত উত্তপ্ত করিলে, অ্যামোনিয়া বিগলিত ও উৎপন্ন হয়।



পরীক্ষাগারে প্রস্তুতি : ● পরীক্ষাগারে অ্যামোনিয়া প্রস্তুতির জন্য একটি শক্ত

কাচ নলের মধ্যে অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড ও কলিচূনের [slaked lime : $\text{Ca}(\text{OH})_2$] একটি মিশ্র (1:3) লইয়া বার্নার বোঁগে তীব্র উত্তপ্ত করিলে অ্যামোনিয়া গ্যাস নির্গমনের পথে বাহির হয়; নির্গত গ্যাসকে একটি পাথুরে চুনপূর্ণ (CaO) স্তম্ভের মধ্য দিয়া চালনা করিয়া শুষ্ক করা হয় ও একটি উপুড় করা গ্যাসজারে বায়ুর নিষ্কাশারণ দ্বারা সংগ্রহ করা হয়। ইহা জলে অতি দ্রাব্য বলিয়া জলের অপসারণ দ্বারা সংগ্রহ করা যায় না (চিত্র নং 16'1)।



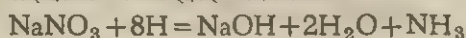
চিত্র নং 16'1

* অ্যামোনিয়া (NH₃), হাইড্রাজিন (N₂H₄) ও হাইড্রাজেনিক অ্যাসিড (N₂H)।

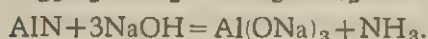
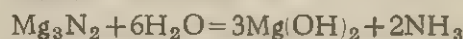
† ক্ষারধর্মী বলিয়া ইহাকে অম্লধর্মী শোষক গাঢ় H₂SO₄ ও P₂O₅ দ্বারা শুষ্ক করা যায় না, অন্যত্র CaCl_2 -এর সহিত ইহা সংযুক্ত হইয়া যৌগ গঠন করে বলিয়া, তাহার দ্বারাও শুষ্ক করা যায় না।

● বিভিন্ন নাইট্রোজেন যৌগ হইতেও বিক্রিয়ায় অ্যামোনিয়া উৎপন্ন হয়—

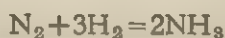
(i) নাইট্রোজেন বা নাইট্রাইটের বিজারণ—



(ii) নাইট্রাইড লবণের আর্দ্র-বিপ্লব—



● নাইট্রোজেন ও হাইড্রোজেনের মিশ্রকে (1 : 3) উচ্চচাপে (200 বায়ুচাপে) ও উচ্চতাপে ($500^\circ - 550^\circ\text{C}$) অম্লঘটকের উপর চালিত করিলে অ্যামোনিয়া গ্যাস উৎপন্ন হয় ।



বিক্রিয়াটিতে অম্লঘটকরূপে প্লাটিনাম বা আয়রন চূর্ণ ব্যবহৃত হয় ।

এই পদ্ধতিটিকে **হেবারের অ্যামোনিয়ার সংশ্লেষণ পদ্ধতি (Haber's Synthetic process of Ammonia)** বলা হয় ও এই পদ্ধতিটিই বর্তমানে অ্যামোনিয়ার শিল্পপ্রস্তুতিতে সর্বত্র ব্যবহৃত হয় । (বিস্তৃত বিবরণ পরবর্তী অধ্যায়ে দ্রষ্টব্য ।)

● কয়লা উদ্ভিদ দেহের রূপান্তরিত অবশেষ । ইহার মধ্যে C, H, N, O মূল উপাদানরূপে থাকে । কয়লার অস্তুধূম পাতনের সময় উহার H ও N অংশ সংযুক্ত হইয়া অ্যামোনিয়া তৈরী করে ; ইহা অ্যামোনিয়াম লবণের সহিত দ্রবণরূপে পাওয়া যায় ।

এই অবিশুদ্ধ জলীয় দ্রবণকে চূনের সহিত মিশ্রিত করিয়া স্ফুটন করিলে— অ্যামোনিয়ার সহিত বর্তমান অ্যামোনিয়াম লবণগুলি বিযোজিত হইয়া NH_3 উৎপন্ন করে ও সমগ্র NH_3 অংশ, হিমশীতল জলে দ্রবীভূত করিয়া গাঢ় অ্যামোনিয়া দ্রবণ বা **লাইকার অ্যামোনিয়া (liquor ammonia)** পাওয়া যায় । শিল্পে ও পরীক্ষাগারে ইহা বহুল ব্যবহৃত হয় ।

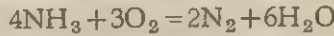
কোক বা কোলগ্যাস প্রস্তুতিকালে—এইরূপে উৎপন্ন অ্যামোনিয়াকে ‘সহোৎপন্ন অ্যামোনিয়া’ (by-product ammonia) বলা হয় ।

□ অ্যামোনিয়ার ধর্ম—

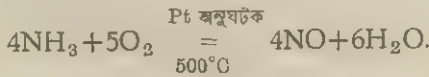
ভৌতধর্ম—অ্যামোনিয়া বর্ণহীন, ক্ষারস্বাদ ও ঝাঁঝালো গন্ধযুক্ত গ্যাস । ইহা বায়ু অপেক্ষা লঘু (ঘনত্ব 8.5) । ইহার হিমাংক -33.5°C ও স্ফুটনাংক -77.7°C । ইহাকে সহজে তরল করা যায় ; তরলীকৃত অ্যামোনিয়াকে **তরল অ্যামোনিয়া (liquid ammonia)** বলা হয় ; তরল অ্যামোনিয়া উৎকৃষ্ট হিমায়ক ।

ইহা জলে অতিমাত্রায় দ্রব্য ; 0° উষ্ণতায় 1 আয়তন জল 1150 আয়তন অ্যামোনিয়াকে দ্রবীভূত করে । সম্পূর্ণ দ্রবণে দ্রবীভূত অ্যামোনিয়ার মাত্রা 47% । লাইকার অ্যামোনিয়াতে দ্রবীভূত অ্যামোনিয়ার মাত্রা প্রায় 36% ।

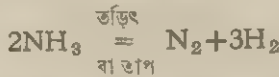
রাসায়নিক ধর্ম—● অ্যামোনিয়া দাহ্য ও নয়, দহন সহায়কও নয়। ইহার বায়ুতে দহন ঘটে না কিন্তু বিশুদ্ধ অক্সিজেনে ইহা সবুজাভ হলুদ শিখাসহ জলিয়া থাকে।



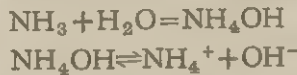
● উচ্চতাপে অনুঘটকের সাহায্যে ইহা অক্সিজেনের সহিত বিক্রিয়া করিয়া নাইট্রিক অক্সাইড উৎপন্ন করে।



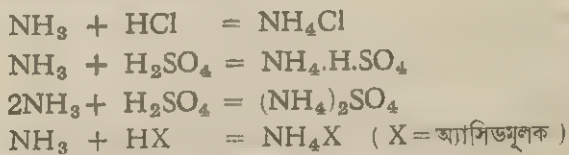
● উচ্চতাপে বা তড়িৎযোগে ইহার উপাদান মৌল দুটিতে বিয়োজন ঘটে।



ইহা মৃদু ক্ষার-ধর্মী গ্যাস, জলের সহিত দ্রাব্য হইয়া ইহা মৃদু ক্ষার অ্যামোনিয়াম হাইড্রকসাইড (NH_4OH) উৎপন্ন করে। ইহা জলে আয়নিত হইয়া OH^- আয়ন উৎপন্ন করে, ফলে অ্যামোনিয়ার জলীয় দ্রবণ নানা নিদেশকের বর্ণ পরিবর্তন করে, যেমন লাল লিটমাস নীল হয়, ফিনলপথ্যালিন গোলাপী হয় ইত্যাদি।



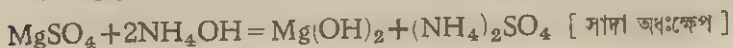
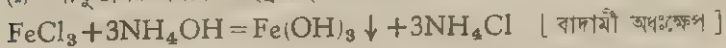
● অ্যামোনিয়া ক্ষারধর্মী গ্যাস বলিয়া নানা অম্লকে প্রশমিত করিয়া অ্যামোনিয়াম শ্রেণীর লবণ উৎপন্ন করে (অ্যামোনিয়াম লবণগুলির ক্যাটায়ন NH_4^+ —ইহা Na^+ , K^+ প্রভৃতির সহিত নানা ধর্মে তুলনীয়)।—



এই বিক্রিয়াগুলি অ্যামোনিয়ার দ্রবণেও ঘটে।

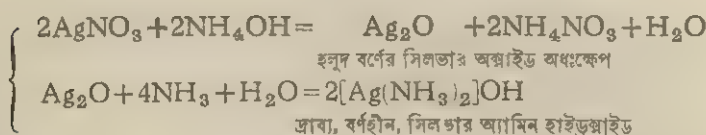
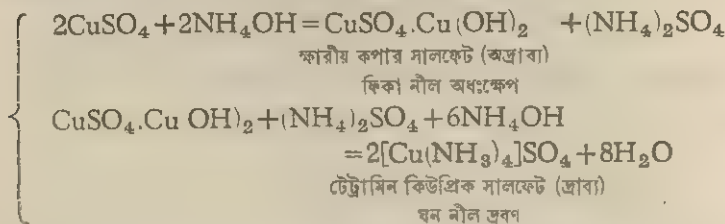
● বিভিন্ন ধাতব লবণের দ্রবণে অ্যামোনিয়ার দ্রবণ মিশ্রিত করিলে—

(i) ধাতুগুলির অদ্রাব্য হাইড্রক্সাইড উৎপন্ন হয়।



(ii) কোন কোন ধাতুর লবণের ক্ষেত্রে প্রথমে অ্যামোনিয়া দ্রবণ—অদ্রাব্য

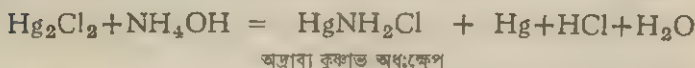
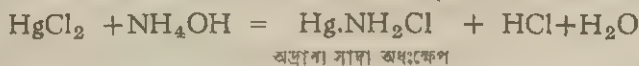
হাইড্রক্সাইড (বা অদ্রাব্য ক্ষারীয় লবণ) উৎপন্ন করে, পরে অতিরিক্ত অ্যামোনিয়া দ্রবণে উহা 'জটিল লবণে' (complex salts) পরিণত হইয়া দ্রবীভূত হয় ।



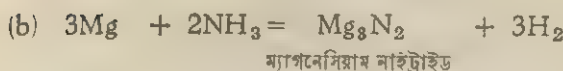
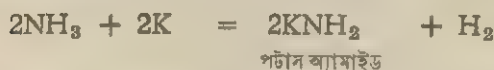
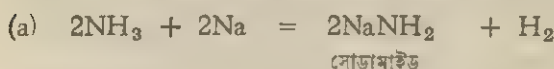
[Co, Ni, Cr, Zn, Cd, Pt প্রভৃতি নানা ধাতুর লবণ অ্যামোনিয়ার সহিত অনুরূপভাবে জটিল যৌগ (complex compound) বা জটিল লবণ উৎপন্ন করে । এইগুলির নামকরণে সাধারণত 'অ্যামিন' (ammine) কথাটি যুক্ত করা হয় ।

অ্যামোনিয়া অণু একটি উৎকৃষ্ট 'জটিল যৌগ গঠনকারী' (ligand) অণু ।]

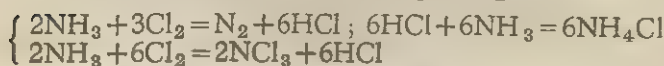
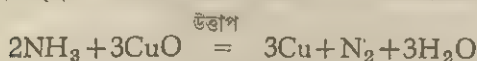
(iii) Hg-এর লবণগুলির সহিত অ্যামোনিয়া একটি পৃথক ও বিশিষ্ট বিক্রিয়া করে—



● ইহা বিভিন্ন উত্তপ্ত ধাতুর সহিত বিভিন্ন বিক্রিয়া করে—



● ইহা মৃদু বিজারক পদার্থরূপে নানা পদার্থকে বিজারিত করে



● তরল অ্যামোনিয়াতে, Na ও K ধাতু দ্রবীভূত হইয়া গাঢ় নীল দ্রবণ উৎপন্ন করে ।

□ অ্যামোনিয়ার নিরীক্ষা :

● ইহার কাঁঝালো গন্ধ আছে ; লাল লিটমাস সিন্ধু কাগজকে ইহা নীল করে ।

● গাঢ় হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের সংস্পর্শে ইহা সাদা ধোঁয়ার আকারে NH_4Cl উৎপন্ন করে । $\text{NH}_3 + \text{HCl} = \text{NH}_4\text{Cl}$

● মার্কিউরাস লবণের দ্রবণসিন্ধু কাগজ ইহার সংস্পর্শে কালো হইয়া যায়

● 'নেসলার দ্রবণ' (Nessler's solution) অতি অল্প পরিমাণে অ্যামোনিয়া বা অ্যামোনিয়াম লবণ যোগ করিলে—বাদামী বর্ণ বা বাদামী বর্ণের অসংক্ষেপ উৎপন্ন হয় ।*

□ ব্যবহার : ● ইহা তিমায়করূপে, রেফ্রিজারেটরে ব্যবহৃত হয় । ● নানা রাসায়নিক শিল্পে—যেমন নাইটিক অ্যাসিড প্রস্তুতিতে । অস্টোয়াল্ড প্রণালী , সোডিয়াম কার্বনেট প্রস্তুতিতে (সলভে প্রণালী), ইউরিয়া ও অ্যামোনিয়াম সালফেট প্রভৃতি নানা সার প্রস্তুতিতে, রেয়ন জাতীয় কৃত্রিম তন্তু প্রস্তুতিতে ইহা ব্যবহৃত হয় । ● নানা অ্যামোনিয়াম লবণ প্রস্তুতিতে ইহা ব্যবহৃত হয়

অ্যামোনিয়াম লবণগুলির মধ্যে, অ্যামোনিয়াম সালফেটের—সারকণে, অ্যামোনিয়াম নাট্রেটের—সার ও বিস্ফোরকরূপে, এবং অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইডের—ধাতুশিল্পে ও বাটারিতে ব্যবহার বিশেষ উল্লেখযোগ্য ।

গঠন সংকেত : রেখা সংকেত : $\text{H}-\text{N} \begin{matrix} \text{H} \\ \diagup \\ \diagdown \\ \text{H} \end{matrix}$

ইলেকট্রনীয় সংকেত : $\text{H} : \text{N} : \text{H}$

ফসফিন (PH_3)

ফসফোরাসের সহিত হাইড্রোজেনের উৎপন্ন যৌগগুলির মধ্যে † ফসফিনই উল্লেখযোগ্য যৌগ । ইহা নানাভাবে অ্যামোনিয়ার সহিত তুলনীয় ।

জলাভূমিতে পচনশীল উদ্ভিদ ও জৈবকোষের ফসফোরাস হইতে সম্ভবত ফসফিন গ্যাস উৎপন্ন হইয়া পরে বায়ুতে উহার স্বতঃস্ফূর্ত দহন ঘটে, ফলে 'আলেয়া'র আলোর (will-o'-the-wisp) বিভ্রম সৃষ্টি হয় ।

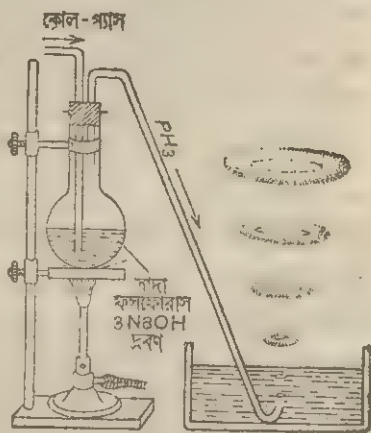
□ ফসফিনের প্রস্তুতি :

একটি গোলতল ফ্লাস্কে কিছু সাদা ফসফোরাস ও নাতিগাঢ় কঠিক সোডা দ্রবণ লইয়া,

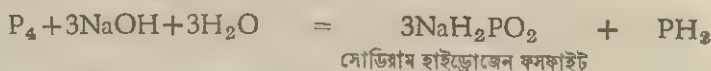
* পটাসিয়াম মার্কিউরিক অ্যায়োডাইড $\text{K}_2[\text{HgI}_4]$ ও কঠিক পটাসের (KOH) মিশ্র দ্রবণকে নেসলার দ্রবণ (Nessler's solution) বলা হয় ।

† PH_3 এবং P_2H_4

ফ্লাস্কে যুক্ত একটি আগম-নল যোগে কোল-গ্যাস চালিত করা হয়; কোল-গ্যাস দ্বারা ভিতরের বায়ু প্রতিস্থাপিত হইবার পর ফ্লাস্কটি বার্নার যোগে উত্তপ্ত করিলে ফসফিন গ্যাস উৎপন্ন হইয়া নির্গম নলপথে বাহির হইয়া আসে। নির্গম নলটির প্রান্ত একটি জলপূর্ণ আধারের নিম্নে নিমজ্জিত রাখিলে জলের মধ্য হইতে ফসফিন গ্যাসের বুদবুদ উঠিতে থাকে ও বায়ুর সংস্পর্শে দহন ঘটিয়া ফসফোরাস পেণ্টক-সাইডের সাদা ধোঁয়ার অঙ্গুরী (rings) উৎপন্ন হইতে দেখা যায়। ফ্লাস্কের দ্রবণে, সোডিয়াম হাইড্রোজেন ফসফাইট উৎপন্ন হয় (চিত্র নং 16'2)।



চিত্র নং 16'2



এইভাবে উৎপন্ন ফসফিন অবিষাক্ত; নানা কলুষপদার্থ (P_2H_4, H_2 প্রভৃতি) ইহাতে বর্তমান থাকে এবং এই কলুষপদার্থগুলির জগুই ইহার দাহতা দেখা যায়।

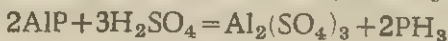
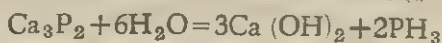
● ফসফোরাস অ্যাসিডকে উত্তপ্ত করিলে বিশুদ্ধ ফসফিন উৎপন্ন হয়; এই ফসফিন দাহ্য নয়। $4H_3PO_3 = PH_3 + 3H_3PO_4$

● ফসফোনিয়াম যৌগগুলি (phosphonium compounds) কষ্টিক সোডাসহ উত্তপ্ত করিলে বিশুদ্ধ ফসফিন উৎপন্ন হয় (cf অ্যামোনিয়া প্রস্তুতি)।



ফসফোনিয়াম আরোডাইড

● ফসফাইড যৌগের উপর অম্ল যোগে ফসফিন উৎপন্ন হয়।

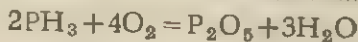


□ ফসফিনের ধর্ম :

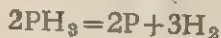
ভৌত ধর্ম—ইহা বর্ণহীন, পচা আমিষ গন্ধযুক্ত, বিষাক্ত গ্যাস। ইহা নিম্ন উষ্ণতায় তরল হয়। গলনাংক $87^\circ C$ । ইহা জলে ও অত্যন্ত দ্রাবকে স্বল্প দ্রাব্য।

রাসায়নিক ধর্ম—● বিশুদ্ধ রূপে ইহা সাধারণ উষ্ণতায় দাহ্য নয়; অবিষাক্ত রূপে ইহা দাহ্য।

- ইহা 150°C উষ্ণতায় জলিয়া কসফোরাস পেন্টক্লাইড ও জল উৎপন্ন করে।



- 440°C উষ্ণতায় বা তড়িৎ স্ফুলিংগ যোগে ইহা বিস্ফিষ্ট হয়।

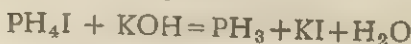


- ইহার জলীয় দ্রবণে লিটমাস নীল বর্ণ হয় না ; অর্থাৎ জলীয় দ্রবণ ক্ষারীয় নয় (অ্যামোনিয়ার সহিত পার্থক্য)।

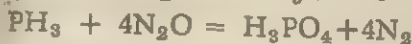
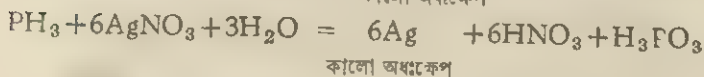
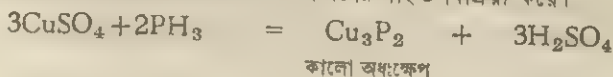
- গ্যাসীয় অবস্থায় ইহা মৃদু ক্ষারীয় ধর্ম প্রদর্শন করে ও বিভিন্ন অম্লকে প্রশমিত করিয়া কসফোনিয়াম শ্রেণীর লবণ (অ্যামোনিয়াম লবণের তায়) উৎপন্ন করে।



- কসফোনিয়াম লবণগুলি অস্থায়ী এবং জলের বা ক্ষারের সংস্পর্শে বিয়োজিত হয়।



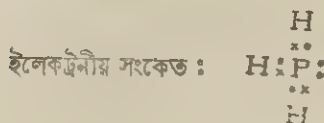
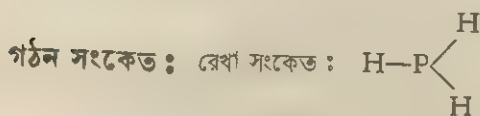
- ইহা তীব্র বিজারক পদার্থরূপে নানা পদার্থের সহিত বিক্রিয়া করে।



- ইহা ব্রিচিং পাউডারের জলীয় মিশ্রণে সম্পূর্ণরূপে শোষিত হয়।

- **নিরীক্ষা :** ● ইহার একটি নিজস্ব গন্ধ আছে। ● ইহা CuSO_4 , AgNO_3 দ্রবণ সহিতে ধাতু বা ধাতব কসফাইড অধঃক্ষিপ্ত করে। ● ক্লোরিনের সংস্পর্শে ইহা জলিতে থাকে।

- **ব্যবহার :** ● কসফোনিয়াম লবণগুলির প্রস্তুতিতে ইহা ব্যবহৃত হয়।

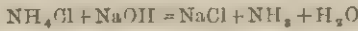


অ্যামোনিয়া ও ফসফিনের তুলনা

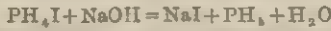
● অ্যামোনিয়া ও ফসফিন উভয়েরই আণবিক সংকেত ও গঠন অনুরূপ। অ্যামোনিয়ার সংকেত— NH_3 ; ইহা সমযোজী যৌগ। ফসফিনের সংকেত— PH_3 ; ইহাও সমযোজী যৌগ।

● অ্যামোনিয়া ও ফসফিন অনুরূপ পদ্ধতিতে প্রস্তুত করা যায়—

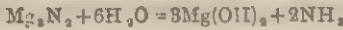
(i) অ্যামোনিয়াম লবণ ক্ষারের সহিত বিক্রিয়ায় NH_3 উৎপন্ন করে।



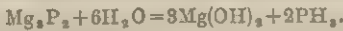
ফসফোনিয়াম লবণ ক্ষারের সহিত বিক্রিয়ায় PH_3 উৎপন্ন করে।



(ii) নাইট্রোজেনের বাতব যৌগ বা নাইট্রাইড অক্সিডেশনে NH_3 উৎপন্ন করে।



ফসফোনিয়ামের বাতব যৌগ বা ফসফাইড অক্সিডেশনে PH_3 উৎপন্ন করে।

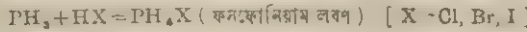


● অ্যামোনিয়া বর্ণহীন, বায়ু অপেক্ষা লঘু বাতবালো গন্ধযুক্ত, জলে অতি দ্রাব্য গ্যাস। ফসফিন বর্ণহীন, বায়ু অপেক্ষা ভারী, আমিশ গন্ধযুক্ত, জলে খল দ্রাব্য গ্যাস।

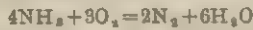
● অ্যামোনিয়ার জলীয় দ্রব (NH_4OH) ক্ষারীয়, লাল লিটমাস নীল করে। ফসফিনের জলীয় দ্রব ক্ষারীয় নয়, লিটমাসের রঙ পরিবর্তন করে না।

● NH_3 ক্ষারীয় গ্যাস; অল্পমাত্রকে প্রশমিত করিয়া অ্যামোনিয়াম লবণসমূহ উৎপন্ন করে।

PH_3 মৃদু ক্ষারীয় গ্যাস; অল্পমাত্রকে প্রশমিত করিয়া ফসফোনিয়াম লবণসমূহ উৎপন্ন করে।



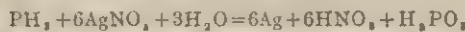
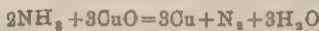
● NH_3 সহজ দাহ্য বা দহন সহায়ক নয়, পথাপ্ত বায়ুতে তীব্র উত্তাপে ইহার দহন ঘটে।



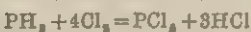
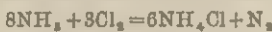
PH_3 সহজ দাহ্য কিন্তু দহন সহায়ক নয়; বায়ুর সংস্পর্শে ইহার স্বতঃস্ফূর্ত দহন ঘটে।



● NH_3 ও PH_3 উভয়েই বিজারক ধর্ম সম্পন্ন।



● ক্লোরিনের সহিত উভয়েরই তীব্র বিক্রিয়া ঘটে।



● অ্যামোনিয়া ও ফসফিন উভয়েই তড়িৎ ধূনিজযোগে মৌলগুলিতে নিয়োজিত হয়।

● অ্যামোনিয়া বিবাক্ত গ্যাস নয়। ফসফিন বিবাক্ত গ্যাস।

সালফিউরেটেড হাইড্রোজেন বা

হাইড্রোজেন সালফাইড (H_2S)

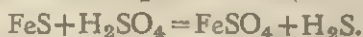
সালফারের হাইড্রাইড রূপে হাইড্রোজেন সালফাইড একটি বিশেষ গুরুত্বপূর্ণ যৌগ। আয়নীয়গিরিজাত গ্যাসে এবং কোন কোন প্রাকৃতিক প্রস্রবণের জলে ইহার গ্যাসরূপে অস্তিত্ব দেখা যায়। জৈব ও উদ্ভিদ দেহ হইতে বিশেষ করিয়া পচনশীল অবস্থায় ইহার

উদ্ভব হয়। কাঁচা চামড়া, পচা ডিম প্রভৃতি হইতে হাইড্রোজেন সালফাইডের বিশেষ গন্ধ পাওয়া যায়।

হাইড্রোজেন সালফাইডের লবণরূপে নানা ধাতব সালফাইড, গুরুত্বপূর্ণ খনিজরূপে পাওয়া যায়; যেমন, পাইরাইটিস (FeS_2), চ্যালকোপাইরাইটিস (CuFeS_2), জিংক ব্লেণ্ড (ZnS), গ্যালেনা (PbS) ইত্যাদি।

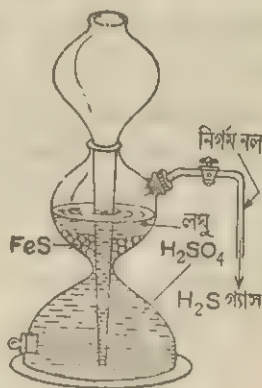
□ হাইড্রোজেন সালফাইডের প্রস্তুতি :

পরীক্ষাগারে প্রস্তুতি : পরীক্ষাগারে, ফেরাস সালফাইডের উপর লঘু H_2SO_4 -এর বিক্রিয়া দ্বারা H_2S প্রস্তুত করা হয়।



উল্ফ বোতলে ফেরাস সালফাইডের টুকরা লইয়া, উহার উপর ফানেল যোগে লঘু H_2SO_4 যোগ করা হয়; উৎপন্ন H_2S -কে একটি জলপূর্ণ বোতলের মধ্য দিয়া চালিত করিয়া পরে উহাকে উষ্ণজলের প্রতিস্থাপন দ্বারা গ্যাসজারে সংগ্রহ করা হয়।

● পরীক্ষাগারে H_2S উৎপাদনের স্থায়ী উৎসরূপে কিপ্‌স্ যন্ত্র ব্যবহৃত হয় (চিত্র নং 16'3)। এই যন্ত্রের মধ্যম গোলকে FeS -র টুকরা লওয়া হয় ও প্রথম গোলক হইতে লঘু H_2SO_4 দ্রবণ যোগ করা হয়। লঘু H_2SO_4 দ্রবণ প্রথম ও তৃতীয় গোলক পূর্ণ করিলে এবং পরে দ্বিতীয় গোলকের FeS -এর সংস্পর্শে



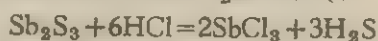
চিত্র নং 16'3

আসিয়া H_2S উৎপন্ন করে। উৎপন্ন H_2S নির্গমন-নল পথে বাহির হয়।

H_2S যখন ব্যবহৃত হয় না তখন নির্গমন-নলের স্টপকক বন্ধ করিয়া দিলে, উৎপন্ন H_2S দ্বিতীয় গোলকে সঞ্চিত হইয়া অ্যাসিডতলের উপর চাপ দেয়, এবং উহাকে FeS -এর সংস্পর্শে হইতে বিচ্ছিন্ন করিয়া দেয়; ফলে বিক্রিয়াটি স্থগিত হইয়া H_2S উৎপাদন বন্ধ থাকে। H_2S গ্যাসের আবার প্রয়োজন হইলে, স্টপকক খুলিয়া দেওয়া হয় ও চাপমুক্ত হইয়া অ্যাসিডতল আবার FeS -এর সংস্পর্শে আসে ও H_2S গ্যাসের উৎপাদন চলিতে থাকে*।

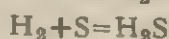
* H_2S -এর পরীক্ষাগারে প্রস্তুতিতে FeS -এর সহিত বিক্রিয়ার জন্ত লঘু H_2SO_4 ব্যবহার করাই বাঞ্ছনীয়। HNO_3 এই বিক্রিয়ায় ব্যবহৃত হয় কারণ ইহা জারক পদার্থ এবং উৎপন্ন H_2S বিজারক পদার্থ বলিয়া পারস্পরিক বিক্রিয়া ঘটে— $2\text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{S} = 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{NO}_2 + \text{S}$ । HCl এই বিক্রিয়ায় ব্যবহার হয় না কারণ ইহা যথেষ্ট ক্ষুদ্র নয় এবং ইহা ব্যবহার করিলে প্রথমে উৎপন্ন FeCl_2 ($\text{FeS} + 2\text{HCl} = \text{FeCl}_2 + \text{H}_2\text{S}$) বায়ুতে সহজেই জারিত হইয়া FeCl_3 হয়; $2\text{FeCl}_2 + 2\text{HCl} + \text{O} = 2\text{FeCl}_3 + \text{H}_2\text{O}$ এবং উৎপন্ন FeCl_3 তখন H_2S -কে জারিত করিয়া থাকে— $\text{H}_2\text{S} + 2\text{FeCl}_3 = 2\text{FeCl}_2 + 2\text{HCl} + \text{S}$ ।

● পরীক্ষাগারে বিসুদ্ধ অ্যান্টিমনি সালফাইডের (Sb_2S_3) উপর উত্তপ্ত গাঢ় হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের বিক্রিয়ায় বিসুদ্ধ H_2S উৎপন্ন হয়।



উৎপন্ন H_2S -কে জলের মধ্য দিয়া চালিত করিয়া HCl মুক্ত করা হয়; পরে উহাকে P_2O_5 -এর মধ্য দিয়া চালিত করিয়া শুষ্ক* করা হয় ও বায়ুর উষ্মাপসারণ দ্বারা সংগ্রহ করা হয়।

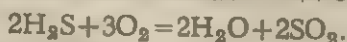
● হাইড্রোজেন ও সালফার বাষ্প, উত্তপ্ত পিউমিস (pumice) পাথরের উপর $600^\circ C$ উষ্ণতায় চালিত করিলে বিসুদ্ধ H_2S উৎপন্ন হয়।



□ হাইড্রোজেন সালফাইডের ধর্ম :

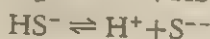
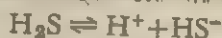
ভৌতধর্ম—ইহা বর্ণহীন, পচা ডিমের গন্ধযুক্ত, বিষাক্ত গ্যাস। ইহার শ্ফটনাংক $-61^\circ C$ এবং গলনাংক $-83^\circ C$ । ইহা জলে দ্রাব্য।

রাসায়নিক ধর্ম—● ইহা দাহ্য কিন্তু দহন সহায়ক নয়। বায়ু বা অক্সিজেনে ইহা নীলাভ শিখায় জ্বলে এবং সালফার ডায়ক্সাইড ও জল উৎপন্ন হয়

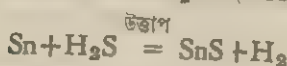
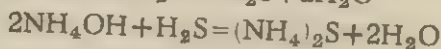
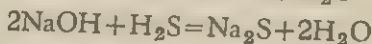
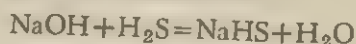


● ইহা একটি মুহু দ্বি-ক্ষারীয় অম্ল। জলীয় দ্রবণে ইহা নীল লিটমাসকে লাল করে ও অজ্ঞান নির্দেশকের বর্ণ পরিবর্তন করে।

দ্বি-ক্ষারীয় অম্লরূপে ইহার দুইটি স্তরে আয়নীভবন ঘটে—



অম্লরূপে ইহা ক্ষার, ক্ষারক ও ধাতুর সহিত বিক্রিয়া করিয়া ধাতব সালফাইড (S^{--}) ও হাইড্রোসালফাইড (HS^-) উৎপন্ন করে।



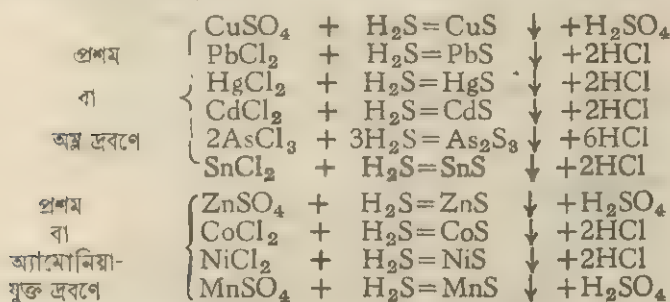
[রূপা ও তামার পদার্থে যে কলংক (stain) দেখা, যায়, উহা উৎপন্ন সালফাইডের জগুই ঘটে।]

* H_2S শুষ্ক করণের জন্য (i) $NaOH$, KOH প্রভৃতি ব্যবহার করা যায় না কারণ H_2S অম্লরূপে এগুলির সহিত বিক্রিয়া করে। $2NaOH + H_2S = Na_2S + 2H_2O$; (ii) গাঢ় H_2SO_4 ব্যবহার করা যায় না কারণ H_2S বিজারক পদার্থ বলিয়া বিক্রিয়া ঘটে। $H_2S + H_2SO_4 = SO_2 + 2H_2O + S$; (iii) $CaCl_2$ ব্যবহার করা যায় না কারণ H_2S ইহার সহিত বিক্রিয়া করে। $CaCl_2 + H_2S \rightleftharpoons CaS + 2HCl$

মৃদু অম্লের লবণ বলিয়া, দ্রাব্য (NH_4^+ , Na^+ , K^+) সালফাইডগুলির* জলীয় দ্রবণ আর্দ্র-বিলেবের কলে ক্ষারধর্মী হয়। $\text{Na}_2\text{S} + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{NaOH} + \text{H}_2\text{S}$.

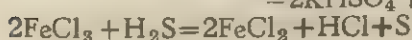
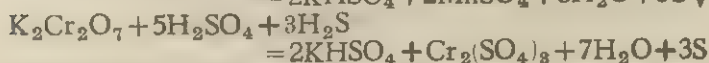
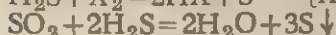
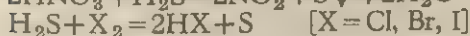
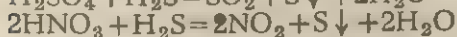
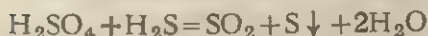
এই আর্দ্র-বিলেবের জন্ত, কোন কোন সালফাইড যেমন Al_2S_3 জলীয় দ্রবণে উৎপন্ন হইতে পারে না।

● ইহা বহু ধাতব লবণের সহিত যুগ্ম প্রতিস্থাপন বিক্রিয়ায় ধাতব সালফাইডের অদ্রাব্য অধঃক্ষেপ উৎপন্ন করে* ; উৎপন্ন ধাতব সালফাইডের বর্ণ ও দ্রাব্যতার প্রকৃতি হইতে ধাতুটির স্বরূপ নির্ণয় সহজসাধ্য হইয়া ওঠে বলিয়া H_2S -কে পরীক্ষাগারে নিরীক্ষক-রূপে বহুল ব্যবহার করা হয়।



ধাতব সালফাইড	বর্ণ	দ্রাব্যতা
Ag_2S , CuS , HgS , PbS , Bi_2S_3	কালো	HCl -অল্প ও আমোনিয়ার অদ্রাব্য
CdS	বাসন্তী	" "
As_2S_3	হলুদ	HCl -অল্পে অদ্রাব্য, $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ দ্রবণে দ্রাব্য
Sb_2S_3	কমলা	" "
SnS	হলুদ	" "
CoS , NiS	কালো	আমোনিয়ার অদ্রাব্য, আকোয়া রিজিয়ায় দ্রাব্য
ZnS	সাদা	" " HCl দ্রবণে দ্রাব্য
MnS	বিস্তৃত হলুদ	" " " " "

● ইহা একটি উৎকৃষ্ট বিজারক পদার্থ ; বহু পদার্থকে বিজারিত করে।



* Na^+ , K^+ ও NH_4^+ -এর সালফাইড দ্রাব্য।

□ নিরীক্ষা : ● ইহার পচা ডিমের গ্রায় একটি বিশিষ্ট গন্ধ আছে।

● ইহার সংস্পর্শে লেড অ্যাসিটেটে সিন্ধু কাগজ কালো (PbS) হইয়া যায়।

● ইহা গোলাপী KMnO_4 দ্রবণকে বর্ণহীন ও কমলা রঙের $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ কে সবুজ করে (cf : SO_2)।

● ইহার ক্ষারীকৃত দ্রবণে, সোডিয়াম নাইট্রোপ্রুসাইডের (sodium nitroprusside) সত্ত্ব-প্রস্তুত দ্রবণ যোগ করিলে গোলাপী বর্ণ উৎপন্ন হয়।

□ ব্যবহার : ● ইহা ধাতব সালফাইড লবণগুলির উৎপাদনে ব্যবহৃত হয়।

● ইহা পরীক্ষাগারে নিরীক্ষকরূপে (reagent) বহুল ব্যবহৃত হয়।

গঠন সংকেত : রেখা সংকেত : $\begin{array}{c} \text{H} \\ \diagdown \\ \text{S} \\ \diagup \\ \text{H} \end{array}$

ইলেকট্রনীয় সংকেত : $\text{H} \times \overset{\times \times}{\underset{\times \times}{\text{S}}} \times \text{H}$

হাইড্রোজেন ক্লোরাইড বা

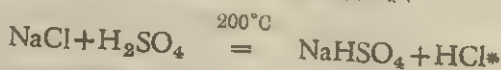
হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড (HCl)

সকল হ্যালোজেনই হাইড্রোজেনের সহিত মিলিত হইয়া হাইড্রাইড HX গঠন করে ($\text{X} = \text{F}, \text{Cl}, \text{Br}, \text{I}$)। এগুলির প্রতিটিই এক-ক্ষারীয় অম্ল। ইহাদের সাধারণত হাইড্রোহ্যালিক অ্যাসিড বলা হয়।

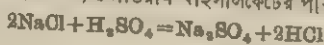
গুরুত্বপূর্ণ অম্লরূপে হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড প্রাচীনকাল হইতেই পরিচিত। আয়োয়গিরিজাত গ্যাসে স্বল্প পরিমাণে ইহার প্রাকৃতিক অস্তিত্ব দেখা যায়। ইহার ধাতব লবণ বা ক্লোরাইডগুলি প্রধানত খনিজরূপে পাওয়া যায়, যেমন রকসল্ট (NaCl), কাগলাইট (KCl), $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, AgCl ইত্যাদি।

□ হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের প্রস্তুতি :

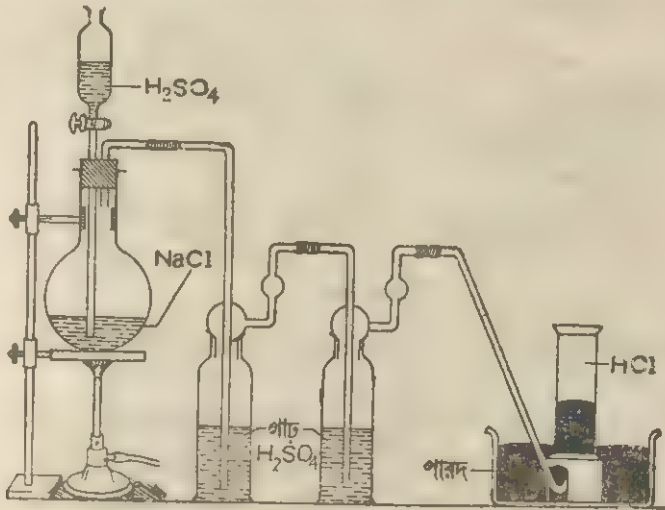
● পরীক্ষাগারে শুষ্ক HCl প্রস্তুতির জন্য, একটি গোলতল ফ্লাস্কে সাধারণ লবণ (NaCl) ও গাঢ় H_2SO_4 উত্তপ্ত করা হয়; বিক্রিয়ার কালে সোডিয়াম হাইড্রোজেন সালফেট ও হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড গ্যাস উৎপন্ন হয়।



* অধিক উত্তাপে (600°C) সোডিয়াম বাইসালফেটের পরিবর্তে সোডিয়াম সালফেট উৎপন্ন হয়।



উৎপন্ন HCl, গাঢ় H_2SO_4 পূর্ণ বোতলের মধ্য দিয়া চালিত করিয়া শুষ্ক করা হয় ও পারদের অপসারণ দ্বারা গ্যাসজারে সংগ্রহ করা হয়। চিত্র নং 16.4।



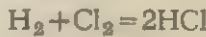
চিত্র নং 16.4

- সিলিকন টেট্রাক্লোরাইডের অর্দ্র-বিশ্লেষ করিয়া বিশুদ্ধ HCl দ্রবণ পাওয়া যায়।

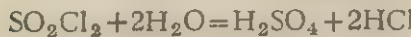
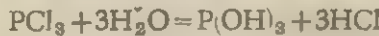
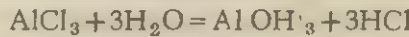


অর্ধোসিলিক অ্যাসিড

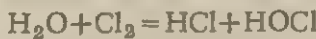
- হাইড্রোজেন এবং ক্লোরিন আলোক সান্নিধ্যে বা উত্তাপে বিক্ষোৰণসহ তীব্র বিক্রিয়া করিয়া HCl উৎপন্ন করে



- বহু ক্লোরাইড যৌগ অর্দ্রবিশ্লেষ কালে HCl উৎপন্ন করে—



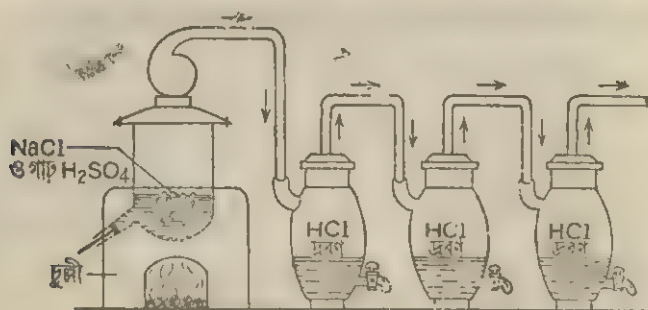
- ক্লোরিন বহু যৌগের সহিত বিক্রিয়ায় HCl সঞ্চারিত করে—



- HCl-এর শিল্প প্রস্তুতির ক্ষেত্রে—

- (i) সাধারণ লবণ (NaCl) ও গাঢ় H_2SO_4 -এর মিশ্র, ঢালাই লোহার পাত্রে উত্তপ্ত

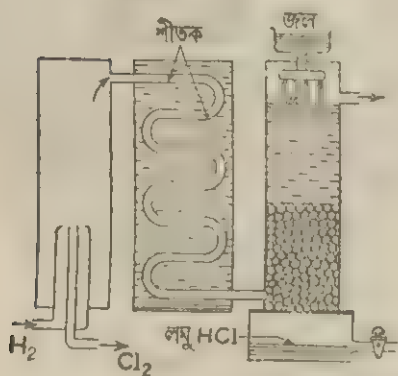
করা হয় ; উপর HCl সংযুক্ত মৃত্তিকা নির্মিত শীতকে শীতল করিয়া পরে পোসিলেন



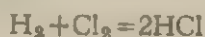
চিত্র নং 16.5

পাত্রে রক্ষিত জলে দ্রবীভূত করিলে HCl (2.3% ; ঘনাত্মক 1.14) দ্রবণ পাওয়া যায় (চিত্র নং 16.5)।

- (ii) লবণজল হইতে তড়িৎ বিশ্লেষণে কৃত্তিক সোডা উৎপাদন কালে, H_2 ও Cl_2 সহজাত পদার্থরূপে পাওয়া যায়। এই গ্যাস দুইটি সিলিকা নির্মিত চুল্লীতে দহন করিলে, HCl উৎপন্ন হয়।



চিত্র নং 16.6



উৎপন্ন HCl-কে শীতকে শীতল করিয়া পরে একটি স্তম্ভে চালনা করা হয় ; স্তম্ভটির উপর হইতে জলের ধারা-প্রাব করা হয় এবং ঐ জলে HCl শোষিত হইয়া স্তম্ভের নীচে অমে (চিত্র নং 16.6)।

□ হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের ধর্ম :

ভৌতধর্ম—ইহা একটি বর্ণহীন, কর্ণাঙ্কী গ্যাস। ইহার গলনাংক -111.4° এবং ফুটনাংক $-85^\circ C$ । ইহা জলে অতিমাত্রায় দ্রব্য ; সংপূর্ণ দ্রবণে ইহার পরিমাণ 43% এবং ঘনাত্মক 1.231। ইহা সাধারণ বায়ুতে উন্মুক্ত থাকিলে ধোঁয়া সৃষ্টি করে।

HCl-এর গাঢ় দ্রবণ উত্তপ্ত করিলে অধিক উদ্বায়ী HCl বাষ্পীভূত হইতে থাকে ও দ্রবণে HCl-এর গাঢ়তা কমিতে থাকে ; গাঢ়তা 20.24% হইলে মিশ্রটির ফুটনাংক হয় $110^\circ C$ । আবার HCl-এর লঘু দ্রবণ উত্তপ্ত করিলে জল বাষ্পীভূত হইতে থাকে ও দ্রবণে HCl-এর গাঢ়তা বাড়িতে থাকে ; গাঢ়তা 20.24% হইলে মিশ্রটির ফুটনাংক

হয় 110°C ; উভয় ক্ষেত্রেই প্রাপ্ত দ্রবণকে 110°C -এ ফুটন করিলে— HCl ও জল একই কালে বাষ্পীভূত হয়; এই মিশ্র দ্রবণকে “নিত্য ফুটন মিশ্র” (constant boiling mixture) বলা হয়। যে কোন গাঢ়তার HCl দ্রবণকে ফুটন করিলে, উহা ক্রমে নিত্যফুটন মিশ্রে পরিণত হয়।

রাসায়নিক ধর্ম—● ইহা দাহ্য ও নয়, দহন সহায়কও নয়।

● ইহা স্থায়ী যৌগ এবং অতি উচ্চতাপেও ইহার বিয়োজন নগণ্য।

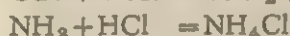
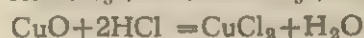
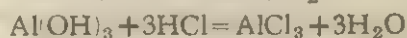
● ইহা জলে অতিমাত্রায় দ্রব্য। 0°C উষ্ণতায় 1 আয়তন জল 525 আয়তন HCl গ্যাস দ্রবীভূত করে।

HCl দ্রবণ একটি তীব্র এক-ক্ষারীয় অম্ল ও দ্রবণে সম্পূর্ণরূপে আয়নিত হয়।



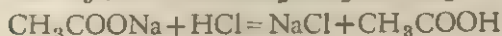
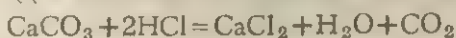
তীব্র অম্লরূপে ইহা—

(i) বিভিন্ন ক্ষার ও ক্ষারক যৌগকে প্রশমিত করিয়া ক্লোরাইড শ্রেণীর লবণ উৎপন্ন করে।



[NH_3 ও HCl উভয়েরই গ্যাস অবস্থায় বিক্রিয়া ঘটিলে গাঢ় সাদা ধোঁয়া উৎপন্ন হয়।]

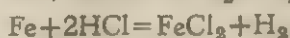
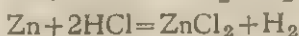
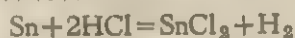
(ii) মৃৎ ও উদ্বায়ী অম্লের যৌগ হইতে অম্লটিকে প্রতিস্থাপিত করে।



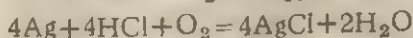
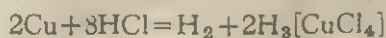
সোডিয়াম অ্যাসিটেট

অ্যাসেটিক অ্যাসিড

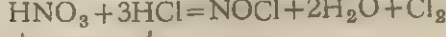
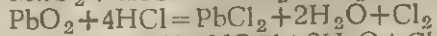
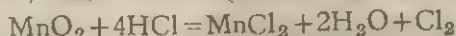
(iii) তাড়িত রাসায়নিক পর্ধ্যয়ে H^{-} -এর উর্ধ্ব অবস্থিত ধাতুগুলির সহিত বিক্রিয়া করিয়া H_2 গ্যাস উৎপন্ন করে।



● উত্তপ্ত গাঢ় HCl -এর সহিত কপারের, এবং বায়ুর সান্নিধ্যে সিলভারের বিক্রিয়া ঘটে।

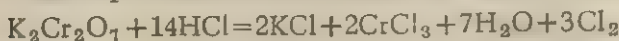


● ইহা MnO_2 , বিভিন্ন পারক্সাইড, লেড ডায়ক্সাইড, (PbO_2), ডাই ক্রোমেট, পারমাংগানেট, নাইট্রিক অ্যাসিড প্রভৃতির দ্বারা জারিত হইয়া ক্লোরিন উৎপন্ন করে।



অ্যাকোয়া রিজিয়া

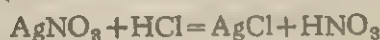
● লেড, সিলভার, কিউপ্রাস ও মার্কিউরাস লবণের দ্রবণের সহিত ইহা খাতুগুলির অত্রাব্য ক্লোরাইড ($PbCl_2$, $AgCl$, $CuCl$, Hg_2Cl_2) উৎপন্ন করে।



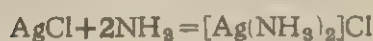
□ নিরীক্ষা : ● ইহা গ্যাসীয় অবস্থায় অ্যামোনিয়ার সহিত সাদা ধোঁয়া উৎপাদন করে।

● ইহা MnO_2 সহযোগে উত্তপ্ত করিলে Cl_2 উৎপন্ন হয়।

● জলীয় দ্রবণে ইহা $AgNO_3$ -র সহিত সাদা অত্রাব্য $AgCl$ -এর অবঃক্ষেপ উৎপন্ন করে; এই অবঃক্ষেপ অ্যামোনিয়াতে দ্রাব্য।



অত্রাব্য



দ্রাব্য

□ ব্যবহার : ● নানা ধাতব ক্লোরাইড প্রস্তুতিতে, ● কাপড় ছাঁপার কাজে, ● গালভানাইজ করার কাজে, ● মুকোজ প্রস্তুতিতে, ● পরীক্ষাগারে নিরীক্ষক রূপে,— হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড ব্যবহৃত হয়।

গঠন সংকেত : গ্যাসীয় HCl বা হাইড্রোজেন ক্লোরাইড তড়িৎ অপরিবাহী এবং সমযোজী 'যৌগ'; জলীয় দ্রবণে হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড আয়নিত বা তড়িৎ-যোজী যৌগ।

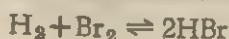


হাইড্রোজেন ব্রোমাইড বা হাইড্রোব্রোমিক অ্যাসিড (HBr)

হাইড্রোজেনের সহিত ব্রোমিন অস্বদর্শী হাইড্রাইড, হাইড্রোজেন ব্রোমাইড বা হাইড্রোব্রোমিক অ্যাসিড উৎপন্ন করে। ইহার লবণ বা ব্রোমাইড—কোন কোন খনিজরূপে বর্তমান থাকে।

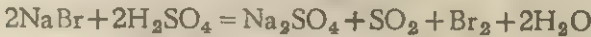
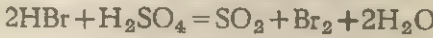
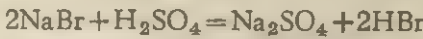
□ হাইড্রোব্রোমিক অ্যাসিডের প্রস্তুতি :

● ইহা হাইড্রোজেন ও ব্রোমিনের প্রত্যক্ষ বিক্রিয়ায় উৎপন্ন হয়।

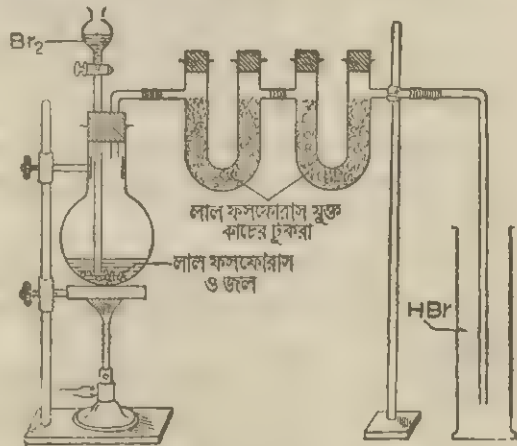


ব্রোমিন কম সক্রিয় মৌল বলিয়া, বিক্রিয়াটি আলোক সান্নিধ্যে বা সোজাহুজি ঘটে না। 300°C উষ্ণতায় উত্তপ্ত করিলে তবে বিক্রিয়াটি ঘটে এবং বিক্রিয়াটি উভমুখী হয়। প্লাটিনাম অলুবাটকের সান্নিধ্যে নিম্নতর উষ্ণতায় (200°C) বিক্রিয়াটি ঘটানো যায়।

● ক্লোরাইড লবণের উপর উত্তপ্ত গাঢ় H_2SO_4 -এর বিক্রিয়ায় হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড গ্যাস উৎপন্ন হয়; অল্পরূপভাবে কিন্তু ব্রোমাইড লবণের উপর উত্তপ্ত গাঢ় H_2SO_4 -এর বিক্রিয়ায় হাইড্রোব্রোমিক অ্যাসিড গ্যাস উৎপন্ন করা যায় না; কারণ উৎপন্ন হাইড্রোব্রোমিক অ্যাসিড গ্যাস বিজারক পদার্থরূপে অবিলম্বে গাঢ় H_2SO_4 -এর সহিত বিক্রিয়ায় জারিত হইয়া যায় এবং শেষ বিক্রিয়ালব্ধ পদার্থরূপে SO_2 ও Br_2 পাওয়া যায়।



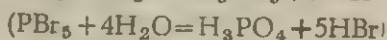
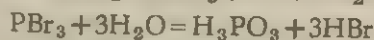
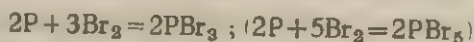
● পরীক্ষাগারে হাইড্রোব্রোমিক অ্যাসিড গ্যাস প্রস্তুতির জন্য কসফোরাস ট্রাইব্রোমাইডের আর্দ্র-বিশ্লেষ বিক্রিয়াটি সাধারণত ব্যবহার করা হয়। একটি গোলতল ফ্লাস্কে কিছু লাল কসফোরাস ও জল লওয়া হয় ও ফ্লাস্কটিতে সংযুক্ত বিন্দুপাতী ফানেল যোগে তরল ব্রোমিন সাবধানে ফোঁটা ফোঁটা যোগ করা হয়। ফলে, একটি তীব্র বিক্রিয়ায় প্রথমত কসফোরাস ট্রাইব্রোমাইড (বা কসফোরাস পেণ্টাব্রোমাইড) উৎপন্ন হয়, পরে উহা জলের সহিত



চিত্র নং 16'7

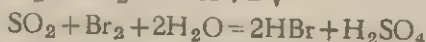
আর্দ্র-বিশ্লেষ বিক্রিয়ায় কসফোরাস অ্যাসিড (বা কসফোরিক অ্যাসিড) ও হাইড্রোব্রোমিক অ্যাসিড গ্যাস উৎপন্ন করে। উৎপন্ন HBr গ্যাস নির্গম-নলপথে বাহিত হইয়া কয়েকটি লাল কসফোরাস যুক্ত কাচের টুকরা পূর্ণ U-নলে প্রবেশ করে; ইহার ফলে HBr -এর সংবাহিত কোন Br_2 থাকিলে উহা শোষিত হয়। U নল হইতে নির্গত, HBr , শুষ্ক করিতে হইলে উহাকে পরে অনার্দ্র CaCl_2 -পূর্ণ U নলের মধ্য দিয়া শুষ্ক করা হয়

ও পরে বায়ুর উর্ধ্বাঙ্গারণ বা পারদের অপসারণ দ্বারা গ্যাসজারে সংগ্রহ করা হয় (চিত্র নং 16.7)।



উৎপন্ন HBr-কে জলে দ্রবীভূত করিলে, HBr-এর জলীয় দ্রবণ পাওয়া যায়।

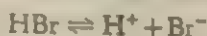
● ব্রোমিনের জলীয় দ্রবণে SO₂ বা H₂S চালনা করিলে, HBr-এর জলীয় দ্রবণ পাওয়া যায়।



□ হাইড্রোব্রোমিক অ্যাসিডের ধর্ম :

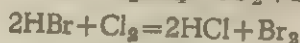
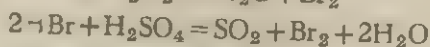
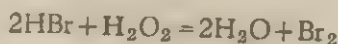
ভৌত ধর্ম— ইহা একটি তীব্র কটুগন্ধী গ্যাস, বায়ু অপেক্ষা ভারী ও বায়ুর সংস্পর্শে HCl-এর গ্রায় ধোঁয়ার সৃষ্টি করে। ইহা জলে অতিমাত্রায় দ্রাব্য; সম্পূর্ণ দ্রবণে ইহার পরিমাণ 69%। HCl-এর গ্রায় ইহাও একটি 'নিত্যফটন মিশ্র' উৎপন্ন করে। এই মিশ্রের ফটনাত্মক 126 C এবং মিশ্রে HBr-এর মাত্রা 47.6%.

রাসায়নিক ধর্ম— ● জলীয় দ্রবণে ইহা একটি তীব্র অম্ল ও পূর্ণ আয়নিত হয়।



● HCl-এর সহিত ইহার ধর্মের অতি নিকট সাদৃশ্য আছে। ধাতু, ধাতব অক্সাইড ও অম্লান্য নানা যৌগের সহিত HCl-এর যে বিক্রিয়াগুলি লক্ষ্য করা যায়; ইহার ক্ষেত্রেও সেই বিক্রিয়াগুলিই লক্ষ্য করা যায়; পার্থক্যের মধ্যে ক্লোরিন বা ক্লোরাইডের পরিবর্তে বিক্রিয়াগুলিতে অম্লরূপভাবে ব্রোমিন বা ব্রোমাইড উৎপন্ন হয়। (HCl-এর বিক্রিয়াগুলি দ্রষ্টব্য)

● HCl-এর সহিত HBr-এর মূল পার্থক্য,—HBr সহজে জারিত হয়। ফলে, H₂O₂, H₂SO₄ এগুলির সহিত HCl-এর বিক্রিয়া ঘটে না কিন্তু HBr-এর বিক্রিয়া ঘটে—



যে যে জারক পদার্থ HCl-কে জারিত করিয়া থাকে, উহারা HBr-কে জারিত করিয়া Br₂ উৎপন্ন করে। (HCl-এর বিক্রিয়া দ্রষ্টব্য)।

● লেড, সিলভার, কিউপ্রাস ও মার্কিউরাস লবণের সহিত ইহা অদ্রাব্য ব্রোমাইড লবণ উৎপন্ন করে (PbBr₂, AgBr, Hg₂Br₂, CuBr)।

□ **নিরীক্ষা :** ● ইহা ধূমায়মান গ্যাস, NH₃-এর সংস্পর্শে গাঢ় ধোঁয়া উৎপন্ন করে। দ্রবণে ইহা তীব্র অম্লধর্মী।

- ইহার দ্রবণকে ফ্লোরিন জল ও CS_2 সহ ঝাঁকাইলে CS_2 স্তর বাদামী বর্ণ হয়।



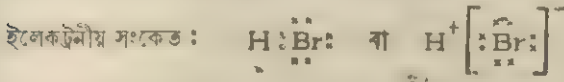
- ইহার দ্রবণকে, গাঢ় H_2SO_4 যোগে উত্তপ্ত করিলে লাল Br_2 -এর বাষ্প উৎপন্ন হয়।

● ইহা দ্রবণে $AgNO_3$ -এর দ্রবণের সহিত অদ্রাব্য পীতভ সিলভার ব্রোমাইডের অধঃক্ষেপ উৎপন্ন করে; এই অধঃক্ষেপ অ্যামোনিয়াতে সহজে দ্রাব্য নয়; অতিরিক্ত মাত্রায় গাঢ় NH_4OH -এ ইহা দ্রাব্য হয়।

□ ব্যবহার : ● জৈব রাসায়নিক পরীক্ষাগুলিতে নিরীক্ষক (reagent) রূপে।

- ব্রোমাইড লবণগুলির প্রস্তুতিতে—ইহা ব্যবহৃত হয়।

$AgBr$ ফটোগ্রাফিতে ব্যবহৃত হয়; KBr নিদ্রাকারী ঔষধরূপে ব্যবহৃত হয়।



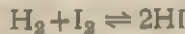
হাইড্রোজেন আয়োডাইড বা

হাইড্রায়োডিক অ্যাসিড (HI)

হাইড্রোজেনের সহিত আয়োডিন অল্পধর্মী হাইড্রাইড, হাইড্রোজেন আয়োডাইড বা হাইড্রায়োডিক অ্যাসিড উৎপন্ন করে। ইহার লবণ, আয়োডাইডরূপে সামুদ্রিক লবণে ও পেট্রোলিয়াম খনিজাত লবণ জলে দেখা যায়।

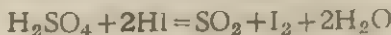
□ হাইড্রোয়োডিক অ্যাসিড প্রস্তুতি :

- হাইড্রোজেন ও আয়োডিনের প্রত্যক্ষ বিক্রিয়ায় ইহা স্বল্প পরিমাণে উৎপন্ন হয়।



আয়োডিন, হ্যালোজেনগুলির মধ্যে সর্বাধিক ক্রিয়ালব্ধ বলিয়া বিক্রিয়াটি উৎপন্ন প্রাচীনায় অল্পধর্মীকরণে সান্নিধ্যই মাত্র উল্লেখযোগ্য ভাবে ঘটে; সেক্ষেত্রেও বিক্রিয়াটি অসম্পূর্ণ ও উত্তমুখী হয়।

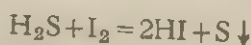
● হাইড্রোব্রোমিক অ্যাসিডের দ্বারা হাইড্রায়োডিক অ্যাসিড ও আয়োডাইড ও গাঢ় H_2SO_4 -এর বিক্রিয়ায় উৎপন্ন করা যায় না, কারণ HBr -এর দ্বারা HI -ও বিজারক পদার্থ এবং শেষ বিক্রিয়ালব্ধ পদার্থরূপে SO_2 ও I_2 পাওয়া যায়।



● পরীক্ষাগারে হাইড্রায়োডিক অ্যাসিড গ্যাস প্রস্তুতির জন্য, HBr গ্যাস প্রস্তুতির অনুরূপ যন্ত্রসজ্জা ব্যবহার করা হয়; (বর্ণনা— HBr দ্রষ্টব্য)। যন্ত্রে লাল ফসফোরাস ও আয়োডিন লওয়া হয় এবং ফানেল হইতে জল যোগ করা হয়। উৎপন্ন HI

গ্যাসকে, লাল কশকোরাসযুক্ত সিল্ক কাচের টুকরা পূর্ণ U-নলের মধ্যে চালিত করিয়া পরে অনার্দ্র ক্যালসিয়াম আয়োডাইড যুক্ত নলের মধ্য দিয়া চালনা করা হয়; শুষ্ক HI গ্যাসকে, বায়ুর উর্ধ্বপসারণ দ্বারা গ্যাসজারে সংগ্রহ করা হয়। পারদের সহিত বিক্রিয়া ঘটে বলিয়া ইহাকে পারদের উপর সংগ্রহ করা যায় না। ইহাকে জলে দ্রবীভূত করিয়া হাইড্রায়োডিক অ্যাসিডের জলীয় দ্রবণ পাওয়া যায়।

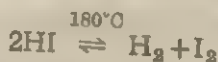
● আয়োডিনযুক্ত জলের মধ্য দিয়া H_2S চালিত করিলে, হাইড্রায়োডিক অ্যাসিডে জলীয় দ্রবণ পাওয়া যায়।



□ হাইড্রায়োডিক অ্যাসিডের ধর্ম :

ভৌত ধর্ম—ইহা বর্ণহীন, বায়ু অপেক্ষা ভারী, কটুগন্ধী, ধূমায়মান গ্যাস। HCl ও HBr-এর তায় ইহা জলে অতিমাত্রায় দ্রাব্য (1 সি. সি. জল : 425 সি. সি. HI গ্যাস। HCl ও HBr-এর তায় ইহাও জলীয় দ্রবণে একটি ‘নিতাস্ফুটন মিশ্র’ তৈরী করে; এই মিশ্রণের স্ফুটনাংক $126^\circ C$ এবং ইহাতে 57% HI থাকে।

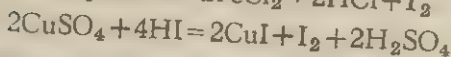
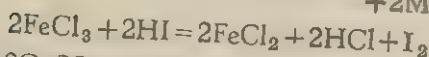
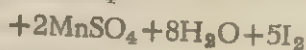
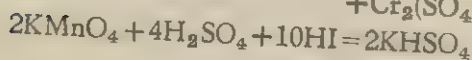
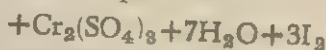
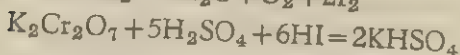
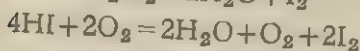
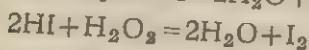
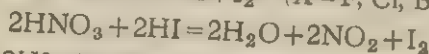
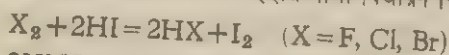
রাসায়নিক ধর্ম—● ইহা উত্তাপে মৌলগুলিতে বিযোজিত হয়।



● ইহার জলীয় দ্রবণ বায়ুর সংস্পর্শে জারিত হইয়া আয়োডিন উৎপন্ন করে ও দ্রবণটির বর্ণ সে কারণে বাদামী হইয়া যায়। $4HI + O_2 = 2H_2O + 2I_2$

● ইহার জলীয় দ্রবণ তীব্র অম্ল ও পূর্ণ আয়নিত হয়। $HI \rightleftharpoons H^+ + I^-$

● ইহার হাইড্রোজেনের ও আয়োডিনে বিযোজিত হইবার স্বতঃপ্রবণতা অধিক বলিয়া, ইহা একটি তীব্র বিজারক পদার্থ। ইহার নানা বিজারণ বিক্রিয়াগুলি :—



লেড, সিলভার, মার্কিউরাস, মার্কিউরিক ও কিউপ্রাস লবণের দ্রবণের সহিত

ইহা অজার্য আয়োডাইড লবণ উৎপন্ন করে (PbI_2 , AgI , Hg_2I_2 , HgI_2 , CuI ।

□ **নিরীক্ষা :** ● ইহা কটুগন্ধী ধূমায়মান গ্যাস ও দ্রবণে তীব্র অম্লধর্ম প্রদর্শন করে। ● ইহার দ্রবণকে গাঢ় H_2SO_4 যোগে উত্তপ্ত করিলে বেগুনী রঙের আয়োডিন বাষ্প উদ্ভূত হয়। ● ইহার দ্রবণকে ক্লোরিন জল ও CS_2 -সহ ঝাঁকাইলে, CS_2 স্তরটি গোলাপী বর্ণ ধারণ করে। $2HI + Cl_2 = 2HCl + I_2$ ● ইহার দ্রবণে $AgNO_3$ -র দ্রবণ যোগ করিলে হলুদ বর্ণের অদ্রাব্য AgI অধঃক্ষেপ উৎপন্ন হয়; এই অধঃক্ষেপ অ্যামোনিয়াতে প্রায়-অদ্রাব্য।

□ **ব্যবহার :** ● ইহা জৈব রাসায়নিক বিক্রিয়াগুলিতে তীব্র বিজারক পদার্থরূপে ব্যবহার হয়। ● ইহা আয়োডাইড লবণসমূহ প্রস্তুতিতে ব্যবহার করা হয়। (বিভিন্ন আয়োডাইড লবণ ফটোগ্রাফি ও ঔষধে ব্যবহৃত হয়।)



প্রশ্নাবলী

1. পরীক্ষাগারে অ্যামোনিয়া গ্যাস কিরূপে প্রস্তুত হয়, চিত্রযোগে বর্ণনা কর। ইহার কয়েকটি গুরুত্বপূর্ণ ভৌত ও রাসায়নিক ধর্ম বিবৃত কর। অ্যামোনিয়ার কয়েকটি শিল্প ব্যবহার উল্লেখ কর।

2. নিম্নলিখিত বিক্রিয়কগুলির সহিত অ্যামোনিয়ার বিক্রিয়া, সমীকরণ যোগে বিবৃত কর—

(i) গাঢ় গাঢ় অবস্থায় উত্তপ্ত সোডিয়ামের ও উত্তপ্ত ম্যাগনেসিয়ামের সহিত

(ii) গাঢ় গাঢ় অবস্থায় গ্যাসীয় হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের সহিত

(iii) অম্লঘটকের সারিবা গ্যাসীয় অবস্থায়, গ্যাসীয় অক্সিজেনের সহিত

(iv) গ্যাসীয় অবস্থায় উত্তপ্ত কপার অক্সাইডের সহিত

(v) দ্রবণ রূপে— $CuSO_4$ দ্রবণ, $FeCl_3$ দ্রবণ, $AgNO_3$ দ্রবণ ও $HgCl_2$ দ্রবণ।

টীকা লিখ :—লাইকার অ্যামোনিয়া, তরল অ্যামোনিয়া, অ্যামোনিয়া দ্রবণ।

3. পরীক্ষাগারে কনসেন্ট্রিটেড গ্যাস কিরূপে প্রস্তুত করা হয়? অ্যামোনিয়ার সহিত কনসেন্ট্রিটেড গ্যাসের একটি তুলনামূলক আলোচনা কর।

4. পরীক্ষাগারে কিপ্প'স যন্ত্রে হাইড্রোজেন সালফাইড গ্যাসের প্রস্তুতি বর্ণনা কর। এই প্রস্তুতিতে লঘু H_2SO_4 ব্যবহার করা হয় কেন? H_2S গ্যাস শুষ্কীকরণে—কি অনাস্রকারক (dehydrating agent) ব্যবহার করা হয়? ইহার কয়েকটি রাসায়নিক ধর্ম বিবৃত কর।

5. H_2S -এর পরীক্ষাগারে নিরীক্ষক রূপে বহুল ব্যবহার করা হয় কেন? বিভিন্ন ধাতব লবণের দ্রবণের সহিত ইহার বিক্রিয়া সমীকরণ যোগে আলোচনা কর। H_2S -এর দুইটি নিরীক্ষা বর্ণনা কর।

6. হাইড্রোক্লোরিক, হাইড্রোব্রোমিক, হাইড্রোয়োডিক অ্যাসিডের একটি সংক্ষিপ্ত তুলনামূলক আলোচনা কর।

অ্যামোনিয়া

বহু শিল্পে অ্যামোনিয়া ব্যবহার হয় বলিয়া, অ্যামোনিয়ার বহুল উৎপাদন বা শিল্প প্রস্তুতি, প্রয়োজন হয়।

□ অ্যামোনিয়ার শিল্প প্রস্তুতির প্রধান পদ্ধতি দুইটি,—

1. কোল-গ্যাস প্রস্তুতিতে কয়লার অন্তর্ধূম পাতনে উদ্ভূত উপজাত পদার্থ অ্যামোনিয়াকাল লিকার (ammoniacal liquor) হইতে অ্যামোনিয়া নিকাশন ;
2. হেবার পদ্ধতিতে, নাইট্রোজেন ও হাইড্রোজেনের সংশ্লেষণ হইতে অ্যামোনিয়া উৎপাদন।

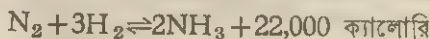
1. কোল-গ্যাস প্রস্তুতির উপজাত পদার্থ হইতে অ্যামোনিয়া নিকাশন :

কাঁচা কয়লাতে ওজনের শতকরা প্রায় 1 ভাগ নাইট্রোজেন থাকে। কয়লাকে, লোহার আবদ্ধ পাত্রে অন্তর্ধূমপাতন করিলে উহা হইতে নানা উদ্বায়ী পদার্থ গ্যাসের আকারে নির্গত হয় ; কয়লার নাইট্রোজেন অংশও এই প্রক্রিয়ায় অ্যামোনিয়া গ্যাস ও অ্যামোনিয়াম লবণের আকারে উদ্বায়ী হইয়া নির্গত হইয়া যায়। নির্গত সমগ্র উদ্বায়ী গ্যাসগুলিকে শীতল করিলে, উহার কিছু অংশ তরলীভূত হয় ও কিছু অংশ গ্যাসীয়রূপেই থাকে। নানা প্রক্রিয়ার মধ্য দিয়া গ্যাসীয় অংশ হইতে শেন পর্যন্ত জ্বালানী কোল-গ্যাস (coal gas) পাওয়া যায়। তরলীভূত অংশটিকে দুইটি স্তরে পাওয়া যায় ; নিম্নের স্তরটিতে থাকে ভারী আলকাতরা (coal tar) ও উপরের স্তরে থাকে অ্যামোনিয়া ও অ্যামোনিয়াম লবণের জলীয় দ্রবণ বা ‘অ্যামোনিয়াকাল লিকার’ (চিত্র নং 17.5)।

অ্যামোনিয়াকাল লিকার অংশের মধ্যে স্টিম চালনা করিলে অ্যামোনিয়া গ্যাসরূপে উদ্ভূত হয় ও উহাকে জলে দ্রবীভূত করিয়া সংগ্রহ করা হয় ; স্টিম চালনার পর, অবশিষ্ট লিকার অংশে চুন মিশ্রিত করিয়া, পুনরায় স্টিম চালনা করিলে অ্যামোনিয়াম লবণগুলির বিয়োজন হইতে উদ্ভূত অ্যামোনিয়া, পুনরায় গ্যাসরূপে উদ্ভূত হয় ও উহাকে পূর্বের হায জলীয় দ্রবণে দ্রবীভূত করিয়া সংগ্রহ করা হয়।

2. হেবার পদ্ধতিতে অ্যামোনিয়া উৎপাদন :

বিশুদ্ধ নাইট্রোজেন ও হাইড্রোজেন অণুঘটকের উপস্থিতিতে উচ্চচাপে ও উচ্চতাপে, সংযুক্ত হইয়া অ্যামোনিয়া উৎপন্ন করে,—ইহাই হেবার পদ্ধতিতে অ্যামোনিয়া উৎপাদনের মূল সূত্র।



এই বিক্রিয়াটিতে চাপ, তাপ ও অণুঘটকের ভূমিকার বিস্তৃত আলোচনার জন্ত, পৃ: 298 দ্রষ্টব্য।

প্রকৃতক্ষেত্রে, হেবার পদ্ধতিতে অ্যামোনিয়া উৎপাদনের ক্ষেত্রে,—

● নাইট্রোজেন ও হাইড্রোজেনের আয়তনিক মাত্রা 1 : 3।

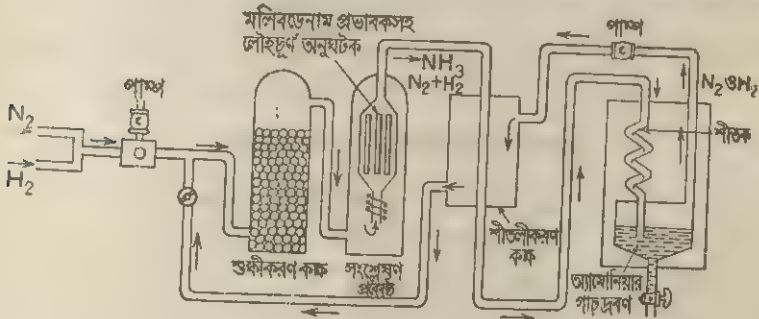
● উষ্ণতা 550°C ।

● চাপ—200 বায়ুচাপ।

● অল্পদ্রব-রূপে স্থল লৌহচূর্ণ [স্থল পরিমাণ ‘মলিবডেনাম’ প্রভাবক (promoter) সহ] বা, আয়রন-অক্সাইড-অ্যালুমিনিয়াম-অক্সাইড-পটাশিয়াম অক্সাইড মিশ্র ব্যবহার করা হয়।

হেবার পদ্ধতিতে অ্যামোনিয়ার শিল্প প্রস্তুতিতে প্রথমত কাঁচামাল নাইট্রোজেন ও হাইড্রোজেন (1 : 3) প্রয়োজন হয়। তরল বায়ু হইতে নাইট্রোজেন ও জলের তড়িৎ-বিশ্লেষণজাত হাইড্রোজেন এই উদ্দেশ্যে ব্যবহার করা চলে। অত্যাধিক ওয়াটার গ্যাস* ($\text{CO} + \text{H}_2$) ও প্রোডিউসার গ্যাস† ($\text{CO} + \text{N}_2$) মিশ্র এমন অল্পপাতে লওয়া হয় যাহা হইতে শেষ পর্যন্ত নাইট্রোজেন ও হাইড্রোজেন 1 : 3 অল্পপাতে পাওয়া যায়; এই মিশ্রকে অতিরিক্ত স্ট্রিমের সহিত মিশ্রিত করিয়া 450° সেন্টিগ্রেডে উত্তপ্ত অল্পদ্রব Fe_2O_3 ও Cr_2O_3 মিশ্রের উপর চালনা করিলে CO অংশ জারিত হইয়া CO_2 -তে পরিণত হয়—($\text{CO} + \text{H}_2\text{O} = \text{CO}_2 + \text{H}_2$) ও পরে গ্যাস মিশ্রটিকে চাপযোগে জলে চালনা করিলে, CO_2 দ্রবীভূত হয় এবং N_2 ও H_2 অবশিষ্ট থাকে।

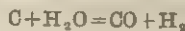
এইভাবে উৎপন্ন N_2 ও H_2 মিশ্র (1 : 3) লইয়া (চিত্র নং 17.1) অ্যামোনিয়া উৎপাদনের জগৎ প্রথমত পাম্পের সাহায্যে মিশ্রটিতে 200 বায়ুচাপ প্রয়োগ করা হয় ও



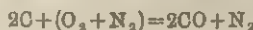
চিত্র নং 17.1

সোডালাইমপূর্ণ এ চিট শুদ্ধীকরণ কক্ষের মধ্যে চালনা করিয়া পরে ক্রোম-স্টিল (chrome-

* ওয়াটার গ্যাস (water gas) : লোহিত তপ্ত কোকের উপর দিয়া স্টীম চালনা করিয়া কার্বন মনোকসাইড ও হাইড্রোজেনের যে গ্যাসমিশ্র পাওয়া যায়, উহাকে ‘ওয়াটার গ্যাস’ বলা হয় ;



† প্রোডিউসার গ্যাস (producer gas) : লোহিত তপ্ত কোকের উপর বায়ু চালনা করিয়া কার্বন মনোকসাইড ও নাইট্রোজেনের যে গ্যাসমিশ্র পাওয়া যায় উহাকে ‘প্রোডিউসার গ্যাস’ বলা হয় ;



steel) নিমিত্ত একটি সংশ্লেষণ প্রকোষ্ঠে (Ammonia Converter) প্রবিষ্ট করানো হয়। এই প্রকোষ্ঠে মলিবডেনাম প্রভাবযুক্ত কিছু স্বল্প লৌহচূর্ণ থাকে এবং বিক্রিয়ার প্রারম্ভে প্রকোষ্ঠটিকে তড়িৎযোগে 550 C-এ উত্তপ্ত করিয়া লওয়া হয়। সূচাপে N_2 ও H_2 এই কক্ষে প্রবিষ্ট হইবার পর বিক্রিয়া ঘটিয়া উহা আংশিক অ্যামোনিয়াতে পরিণত হয়। বিক্রিয়াটি তাপদায়ী বিক্রিয়া বলিয়া বিক্রিয়া স্বরূপ পর প্রকোষ্ঠটির উষ্ণতা নিয়ন্ত্রিত করিয়া 550° সেলসিয়াসে স্থায়ী রাখা প্রয়োজন।

প্রকোষ্ঠ হইতে নির্গত গ্যাসে থাকে উৎপন্ন NH_3 এবং কিছু অবিকৃত N_2 ও H_2 এই মিশ্রটিকে একটি কক্ষের মধ্য দিয়া চালনা করিয়া আংশিক শীতল করা হয়। ফলে, শীতলীকরণের এই কক্ষটি উষ্ণ হইয়া ওঠে ও উহার মধ্য দিয়া পরে N_2 ও H_2 -এর মিশ্র চালনা করিলে মিশ্রটি বিক্রিয়ার জন্য প্রয়োজনীয় উষ্ণতায় উত্তপ্ত হইয়া ওঠে, সেই কারণে এই কক্ষটিকে ‘পূর্ব উত্তাপকারী কক্ষ’ ও (preheater বলা যায়।

শীতলীকরণ কক্ষ হইতে N_2 , H_2 ও NH_3 -র মিশ্র শীতল কুণ্ডলীর মধ্য দিয়া চালনা করিয়া একটি জলপূর্ণ* আবাহারে আনা হয়; এই আবাহারের জলে, উৎপন্ন অ্যামোনিয়া শোষিত হইয়া গাঢ় অ্যামোনিয়ার দ্রবণ উৎপন্ন করে। আবাহারের উপরের অবিকৃত নাইট্রোজেন ও হাইড্রোজেন অংশ তখন পাম্পযোগে টানিয়া লইয়া ‘পূর্ব উত্তাপকারী’ কক্ষে প্রবিষ্ট করানো হয় ও উহার মধ্য দিয়া চালিত হইয়া নূনতম N_2 ও H_2 -এর সহিত ইহাকে মিশ্রিত করিয়া দেওয়া হয়। সমগ্র মিশ্রটি পুনরায় সংশ্লেষণ প্রকোষ্ঠে চালিত হইয়া পূর্বের চক্র অল্পমাত্রায় ক্রমাগত অ্যামোনিয়া উৎপাদন করিতে থাকে।

অ্যামোনিয়া হইতে দুইটি গুরুত্বপূর্ণ সারের শিল্প-উৎপাদন করা হয়। এই দুইটি সার (i) অ্যামোনিয়াম সালফেট $[(NH_4)_2SO_4]$ এবং (ii) ইউরিয়া $[CO(NH_2)_2]$ । এই দুইটি সারই, সিল্পী সার কারখানায় উৎপন্ন হইতেছে।

অ্যামোনিয়াম সালফেট

প্রাকৃতিক জিপসামকে $(2CaSO_4 \cdot H_2O)$ তীব্র উত্তপ্ত calcined) করিলে অনার্জ ক্যালসিয়াম সালফেট পাওয়া যায়। জলের মধ্যে ক্যালসিয়াম সালফেটকে প্রলম্বিত রাখিয়া উহাকে অ্যামোনিয়াযোগে সম্পৃক্ত করা হয় ও মিশ্র দ্রবণটিতে যথাযথ আলোড়ন সহ কার্বন ডায়ক্সাইড গ্যাস চালনা করিলে, অ্যামোনিয়াম সালফেট $[(NH_4)_2SO_4]$ উৎপন্ন হয়। $2NH_3 + CO_2 + H_2O + CaSO_4 = (NH_4)_2SO_4 + CaCO_3 \downarrow$

উৎপন্ন অদ্রব্য ক্যালসিয়াম কার্বনেট বিক্রিয়া শেষে থিতাইয়া যায় ও উহার উপরিস্থ স্বচ্ছ দ্রবণকে বাষ্পীভূত করিলে, কেলসরূপে অ্যামোনিয়াম সালফেট পাওয়া যায়। ইহা একটি বিশেষ প্রয়োজনীয় সাররূপে, ধানচাষে ব্যবহৃত হয়।

ভারতবর্ষের মতো সালফার ঘাটতির দেশে, সালফিউরিক অ্যাসিড ছাড়াই অ্যামোনিয়াম সালফেট উৎপাদনে, এই পদ্ধতিটি বিশেষ উপযোগী।

* কোন কোন কারখানায়, উৎপন্ন অ্যামোনিয়াকে জলীয় দ্রবণে পরিণত করার পরিবর্তে—উহাকে খুব শীত করিয়া বর্ধিত চাপযোগে তরল অ্যামোনিয়াতে পরিণত করা হয়।

ইউরিয়া

একটি অটোক্লেভে* অতিরিক্ত মাত্রায় তরল অ্যামোনিয়ার সহিত কার্বন ডায়ক্সাইড মিশ্রিত করিয়া 190°C উষ্ণতা ও 100 বায়ু চাপে কয়েক ঘণ্টা বিক্রিয়া করাইলে, প্রথমত অ্যামোনিয়াম কার্বামেট নামে একটি যৌগ উৎপন্ন হয়, পরে উহা বিস্ফিট হইয়া ইউরিয়া উৎপন্ন করে।



অ্যামোনিয়াম কার্বামেট



ইউরিয়া

বিক্রিয়া শেষে উৎপন্ন দ্রবণটিকে বাষ্পীভূত করিলে ইউরিয়া কেলাস পাওয়া যায়। ইউরিয়া একটি বিশেষ উপযোগী সার; নানা কৃষিকার্যে ইহা ব্যবহৃত হয়।

নাইট্রিক অ্যাসিড

বহু রাসায়নিক শিল্পে নাইট্রিক অ্যাসিড ব্যবহৃত হয় বলিয়া, নাইট্রিক অ্যাসিডের বহুল উৎপাদন বা শিল্প-প্রস্তুতি বিশেষ গুরুত্বপূর্ণ।

□ নাইট্রিক অ্যাসিডের শিল্প প্রস্তুতিতে দুইটি পদ্ধতি ব্যবহৃত হয়।

1. নাইট্রেট লবণ হইতে প্রস্তুতি : পাতন পদ্ধতি।
2. অ্যামোনিয়া হইতে প্রস্তুতি : অ্যামোনিয়ার জারণ পদ্ধতি বা, অস্টোয়াল্ড পদ্ধতি (Ostwald process)।

1. নাইট্রেট লবণ হইতে প্রস্তুতি :

চিলির সমুদ্র উপকূলে প্রচুর সোডিয়াম নাইট্রেট লবণ পাওয়া যায়। ইহাকে 'চিলি সল্টপিটার' (Chile saltpetre) বলা হয়। এই লবণ হইতে পূর্বে প্রচুর নাইট্রিক অ্যাসিড প্রস্তুত হইত।

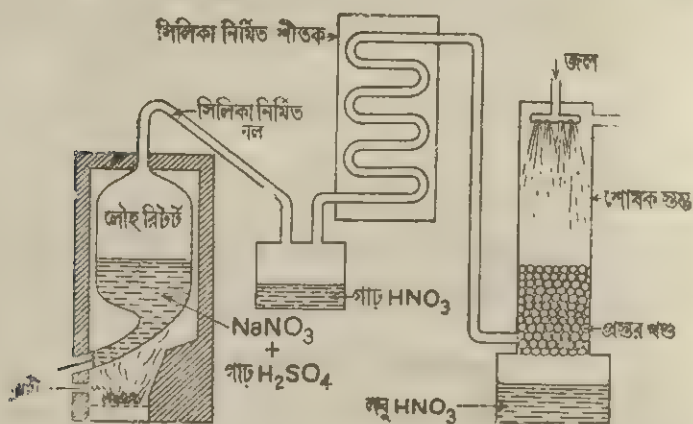
সোডিয়াম নাইট্রেট লবণকে গাঢ় H_2SO_4 যোগে উত্তপ্ত করিলে অধিক উদ্বায়ী নাইট্রিক অ্যাসিড গ্যাসীয়রূপে নির্গত হয়, ও তুল্যাংক পরিমাণ সোডিয়াম সালফেট ও সোডিয়াম বাইসালফেট উৎপন্ন হয়।



চিত্রাভুযায়ী (17'2) যন্ত্রসজ্জায়, একটি লৌহ নির্মিত রিটর্টে সোডিয়াম নাইট্রেট ও গাঢ় H_2SO_4 -এর মিশ্র লইয়া, পাত্রটিকে চুল্লীর উপর উত্তপ্ত করা হয়। উৎপন্ন নাইট্রিক অ্যাসিড গ্যাসীয়রূপে নির্গত হইয়া কতকগুলি মাটি বা সিলিকার তৈয়ারী শীতক-নলে প্রবেশ করে ও উহার নিম্নে ঘনীভূত তরলরূপে সংগৃহীত হইতে থাকে। শীতক-নল

* যে আবদ্ধ পাত্রে ইচ্ছামত তাপ ও চাপযোগে রাসায়নিক বিক্রিয়া করা যায়, শিল্পে ব্যবহৃত এরূপ পাত্রকে অটোক্লেভ (autoclave) বলা হয়।

হইতে নির্গত সামান্য নাইট্রিক অ্যাসিড গ্যাস পরবর্তী স্তরে একটি শোষক স্তরে চালনা করা হয় ও স্তরের উপর হইতে পাতিত জলের ধারাস্রাবে দ্রবীভূত অবস্থায় লঘু নাইট্রিক অ্যাসিড স্তরের নিয়ন্ত্রণ হইতে সংগ্রহ করা হয়।

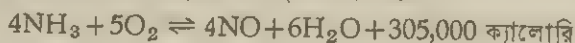


চিত্র নং 17'2

রিটের নিম্নে সংলগ্ন নির্গম-নল খুলিয়া মাঝে মাঝে গলিত সোডিয়াম সালফেট ও সোডিয়াম বাইসালফেট মিশ্র বাহির করিয়া দেওয়া হয়।

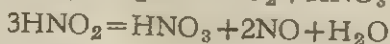
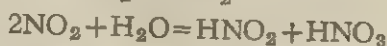
2. অ্যামোনিয়ার জারণ দ্বারা প্রস্তুতি : অস্টোয়াল্ড পদ্ধতি :

অ্যামোনিয়া ও অক্সিজেনের মিশ্র (1 : 9) উত্তপ্ত অনুঘটকের উপর চালিত করিলে, অ্যামোনিয়া জারিত হইয়া নাইট্রিক অক্সাইড উৎপন্ন করে—

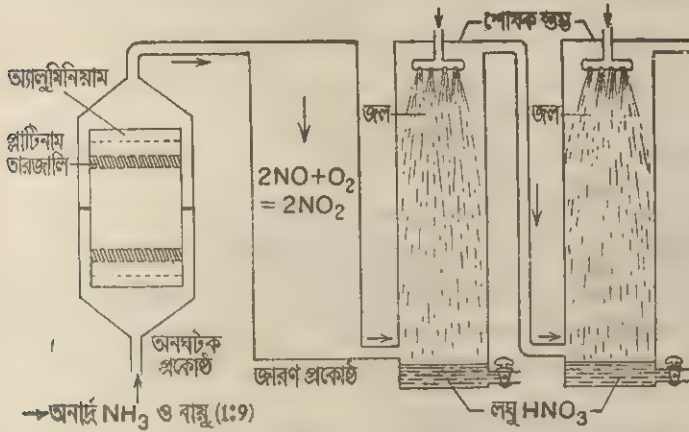


লে শাটেলিয়র নীতি অনুযায়ী, এই বিক্রিয়াটিতে অধিক NO উৎপাদন করিতে হইলে, বর্ধিত চাপ ও বর্ধিত তাপ বর্জনীয়। কিন্তু নিম্ন তাপে বিক্রিয়াটির গতি শ্লথ। প্রকৃষ্ট উষ্ণতা 500° সেন্টিগ্রেডে এবং প্লাটিনাম তারজালি অনুঘটকের সান্নিধ্যে, বিক্রিয়াটি উত্তমরূপে নিম্পন্ন হয় ও অ্যামোনিয়ার প্রায় 90%, নাইট্রিক অক্সাইডে পরিণত হয়। বিদ্যুত আলোচনার জন্ম, পৃঃ 300 দ্রষ্টব্য।

অনুঘটকের সান্নিধ্যে অ্যামোনিয়ার জারণে যে NO উৎপন্ন হয়, উহাকে পরবর্তী স্তরে অধিক বায়ুর সহিত বিক্রিয়ায় NO_2 , ও উৎপন্ন NO_2 -কে জলে শোষণ করিয়া নাইট্রিক অ্যাসিড পাওয়া যায়।



পদ্ধতির বর্ণনা : চিত্রে (17'3) অস্টোরান্ড পদ্ধতির যন্ত্রসজ্জা ও ক্রমপর্যায় দেখানো হইয়াছে।



চিত্র নং 17'3

হেবার পদ্ধতিতে উৎপন্ন অ্যামোনিয়াকে কঠিক সোডা-যোগে উত্তপ্ত করিয়া ও পরে ইহাকে বিস্কৃত করিয়া—বিস্কৃত, অনর্ধ্র NH_3 গ্যাস পাওয়া যায়; ইহার সহিত—ধূলি, কার্বন ডায়ক্সাইড ও অর্ধ্রতামুক্ত বিস্কৃত বায়ু মিশ্রিত করা হয়; বিস্কৃত NH_3 ও বিস্কৃত বায়ুর মিশ্র (1 : 9) অল্পঘটক প্রকোষ্ঠে প্রবেশ করে।

অল্পঘটক-প্রকোষ্ঠে একটি চতুর্কোণ অ্যালুমিনিয়াম নির্মিত বাক্সে আড়াআড়িভাবে প্রসারিত 'প্লাটিনাম তারজালি' অল্পঘটক থাকে; প্রকোষ্ঠটি বিক্রিয়ার আদিত্তে ভড়িৎযোগে $750^\circ - 900^\circ\text{C}$ উত্তপ্ত করিয়া লওয়া হয় (পরে, বিক্রিয়াটি তাপদায়ী বলিয়া, বিক্রিয়া-উৎপন্ন তাপেই তারজালি উত্তপ্ত থাকে)। অ্যামোনিয়া-বায়ু মিশ্রটি দ্রুতভাবে তারজালির উপর দিয়া চালনা করা হয়, যাহাতে মিশ্রটির সহিত তারজালির সান্নিধ্য অতি স্বল্পকালের জন্য ঘটে* এবং এই সান্নিধ্যের ফলে বিক্রিয়া ঘটিয়া নাইট্রিক অক্সাইড উৎপন্ন হয়।

উৎপন্ন NO, অল্পঘটক প্রকোষ্ঠ হইতে নির্গত হইয়া, শীতলীকরণ কক্ষে প্রবেশ করে এবং এই কক্ষে NO অতিরিক্ত বায়ুর সহিত বিক্রিয়ায় নাইট্রোজেন পারক্সাইডে (NO_2) পরিণত হয়।

শীতলীকরণ কক্ষ হইতে নির্গত NO_2 -কে কয়েকটি শোষক স্তম্ভের মধ্য দিয়া চালনা করা হয় ও স্তম্ভগুলির উপর হইতে জলের ধারাস্রাব করা হয়। শোষক স্তম্ভের নিম্নদেশ হইতে লঘু নাইট্রিক অ্যাসিড সংগ্রহ করা হয়।

* অধিক সময় তারজালির সান্নিধ্যে থাকিলে, মিশ্রস্থ অ্যামোনিয়া জারিত হইয়া নাইট্রোজেনে পরিণত হয়।

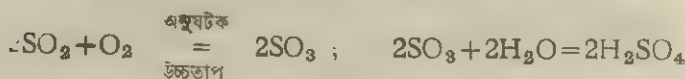
সালফিউরিক অ্যাসিড

বহু রাসায়নিক শিল্পেই সালফিউরিক অ্যাসিড ব্যবহৃত হয় বলিয়া, সালফিউরিক অ্যাসিডের বহুল উৎপাদন বা শিল্প প্রস্তুতি, বিশেষ গুরুত্বপূর্ণ।

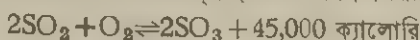
বর্তমানকালে, সংস্পর্শ পদ্ধতিতে সালফিউরিক অ্যাসিডের শিল্প প্রস্তুতিই (Contact process for manufacture of sulphuric acid) সর্বত্র অনুসৃত হয়।

□ সংস্পর্শ পদ্ধতি :

বিক্রিয়া : সালফার বা আয়রন পিরাইটিস বায়ুতে দহন করিলে সালফার ডায়ক্সাইড উৎপন্ন হয় ; এই সালফার ডায়ক্সাইড অক্সিজেন বা বায়ুর সহিত অণুঘটকের মাধ্যমে বা সংস্পর্শে জারিত হইয়া সালফার ট্রায়ক্সাইডে পরিণত হয় ; উৎপন্ন সালফার ট্রায়ক্সাইড জলে শোষণ করিলে সালফিউরিক অ্যাসিড উৎপন্ন হয়।



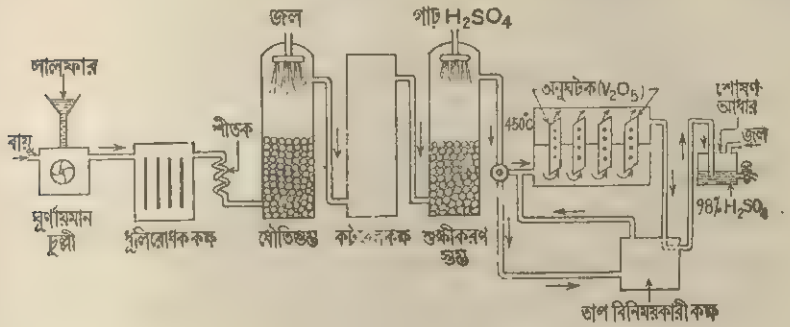
অক্সিজেনের সহিত সালফার ডায়ক্সাইডের জারণ বিক্রিয়াটি তীব্র তাপদায়ী বিক্রিয়া।



লে শাটেলিয়র নীতি অনুযায়ী, পূর্বোক্ত বিক্রিয়ার সম্মুখমুখী বিক্রিয়া বা সালফার ট্রায়ক্সাইডের পরিমাণ বৃদ্ধি করিতে গেলে বিক্রিয়ায়, (i) বর্ধিত মাত্রায় অক্সিজেনের উপস্থিতি, (ii) উচ্চচাপ ও (iii) নিম্ন উষ্ণতা প্রয়োজন। প্রকৃতক্ষেত্রে, সংস্পর্শ পদ্ধতিতে SO_3 -এর উৎপাদন বৃদ্ধির জন্ত (i) $SO_2 : O_2$ -এর 2 : 3 আয়তনিক অনুপাত, (ii) সাধারণ বায়ু চাপ ও (iii) উষ্ণতা $450^\circ C$ অনুসরণ করা হয়। নিম্নতর উষ্ণতায় বিক্রিয়াটি অতি ধীরগতি হয় ও উচ্চতর উষ্ণতায় SO_3 -এর বিয়োজন ঘটিয়া উহার মাত্রা হ্রাস পায়। $450^\circ C$ উষ্ণতাটি প্রকৃষ্ট উষ্ণতারূপে (optimum temperature) ব্যবহার করা হয়। এই উষ্ণতায় বিক্রিয়াটি অপেক্ষাকৃত দ্রুতগতি ও উৎপন্ন SO_3 -এর বিয়োজনও কম। এই উষ্ণতায়, বিক্রিয়াটি আরও দ্রুতগতিতে স্বল্প সময়ে সম্পন্ন করিতে অণুঘটকের প্রয়োজন হয়। সংস্পর্শ পদ্ধতিতে অণুঘটকরূপে প্লাটিনাম*, অথবা ভানেডিয়াম পেন্টক্সাইডই মূলতঃ ব্যবহার হয়। প্লাটিনাম উৎকৃষ্টতম অণুঘটক হইলেও, বিক্রিয়াকারী SO_2 ও O_2 -এর মধ্যে ধূলিকণা, ও নানা অপদ্রব্যের উপস্থিতি থাকিলে—ইহার বিক্রিয়া ঘটিয়া, সহজেই ইহার সক্রিয়তা নষ্ট হয়। সেইজন্ত ভানেডিয়াম পেন্টক্সাইড অণুঘটকটি আধুনিককালে ব্যবহার হয়।

* ইহা নানারূপে ব্যবহৃত হয়, যথা—প্লাটিনাম তারজালি (platinum gauze), প্লাটিনাম প্রলিপ্ত সিলিকা জেল, প্লাটিনাম প্রলিপ্ত ম্যাগনেসিয়ায় সালফেট ইত্যাদি।

পদ্ধতির বর্ণনা—চিত্রে (17'4) পদ্ধতিটির ক্রমপর্যায় ও যন্ত্রসজ্জা দেখানো হইয়াছে। প্রথমে বিশুদ্ধ সালফার (বা তায়রন পিরাইটিস) ঘূর্ণায়মান চুল্লীতে দহন করা হয়; চুল্লী হইতে নির্গত গ্যাসে 8% সালফার ডায়ক্সাইড, 10% অক্সিজেন ও অবশিষ্টাংশ নাইট্রোজেন থাকে। এই মিশ্র গ্যাসকে প্রথমে একটি ধূলিরোধক কক্ষে



চিত্র 17'4

ধূলিমুক্ত করা হয় ও পরবর্তী অংশে একটি লেড নির্মিত শীতক-নলে শীতল করা হয়। পরে, গ্যাস-মিশ্রটি একটি জলধোতি স্তম্ভে প্রবেশ করে; ইহা ফ্লিট-পাথর টুকরা দ্বারা পূর্ণ ও উপর হইতে জলের ধারাস্রাব করানো হয়, ফলে ধূলিকণাগুলি সিক্ত হইয়া থিতাইয়া যায়। বোতিস্তম্ভ হইতে নির্গত গ্যাস ইহার পর একটি তড়িৎ-বিত্তবযুক্ত কক্ষে প্রবেশ করানো হয়; এই কক্ষটির নাম 'কটরেল কক্ষ' (Cottrell precipitator); এই কক্ষে গ্যাস-মিশ্র সম্পূর্ণরূপে ধূলিমুক্ত হয়।

ধূলিমুক্ত গ্যাস ইহার পর একটি শুকীকরণ স্তম্ভে প্রবেশ করে; এই স্তম্ভটি কোকপূর্ণ থাকে ও উপর হইতে গাঢ় H_2SO_4 ধারাস্রাব করানো হয়; ফলে গ্যাস-মিশ্র শুষ্ক হইয়া যায়। শুষ্ক বিশুদ্ধ গ্যাস-মিশ্র ইহার পর সংস্পর্শ প্রকোষ্ঠে (450°C-এ নিয়ন্ত্রিত) প্রবেশ করে। এই কক্ষে লব্ধ কয়েকটি নলের মধ্যে অক্সিডেন্ট চূর্ণ (প্লাটিনাম বা ত্যান্ডিয়াম পেন্টেসাইড) থাকে; ইহার মধ্য দিয়া চালিত হইবার সময় গ্যাস-মিশ্রের SO_2 ও O_2 বিক্রিয়ায় SO_3 -তে পরিণত হয়। বিক্রিয়া-উদ্ধৃত তাপে এই SO_3 , উষ্ণ অবস্থায় থাকে।

উৎপন্ন উষ্ণ SO_3 কক্ষ হইতে নির্গত হইয়া একট তাপবিনিময়কারী কক্ষ* দ্বারা, শোষণ আধারে পৌঁছায়। শোষণ আধারে গাঢ় H_2SO_4 (98%) থাকে, এই গাঢ় H_2SO_4 -এর সংশ্লিষ্ট সামান্য জলই (2%) SO_3 -কে শোষণ করিয়া সালফিউরিক অ্যাসিডে পরিণত করে। ফলে আধারের সালফিউরিক অ্যাসিডের গাঢ়তা বাড়িয়া

* পরবর্তী পর্যায়ে, সংস্পর্শ প্রকোষ্ঠে প্রবেশের পূর্বে, বিক্রিয়াকারী গ্যাস-মিশ্রকে এই তাপ-বিনিময়কারী কক্ষের মধ্য দিয়া চালনা করিয়া লইলে, উহা বিক্রিয়ার জন্য প্রয়োজনীয় উষ্ণতায় উত্তপ্ত হইয়া যায়।

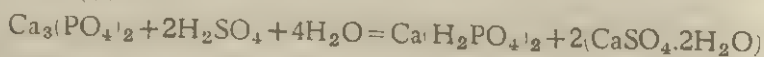
যায়; সালফার ট্রায়ক্সাইডের শোষণের পাশাপাশি একইকালে আধারে উপযুক্ত মাত্রায় জল যোগ করিয়া আধারের H_2SO_4 -এর গাঢ়তাকে 98% মাত্রায় নিত্য রাখা হয়।

[SO_3 -কে শুধু জলে শোষণ করিলে উহা ঘন কুয়াশার মত সালফিউরিক অ্যাসিডের স্ফুল্কণাশ্রুতি করে বলিয়া জলের পরিবর্তে গাঢ় H_2SO_4 (98%) শোষকরূপে ব্যবহার করা হয়।]

সুপার ফসফেট অফ লাইম

(Superphosphate of lime)

ফসফেট শ্রেণীর সারগুলির মধ্যে, 'সুপারফসফেট অফ লাইম' একটি গুরুত্বপূর্ণ সার। 'মোনোক্যালসিয়াম ফসফেট $[CaH_2PO_4]_2$ ও ক্যালসিয়াম সালফেটের $(CaSO_4)$ মিশ্র'বে—সুপারফসফেট অফ লাইম বলা হয়। ইহা প্রাকৃতিক ক্যালসিয়াম ফসফেটের (বা, রক ফসফেট) সহিত 65—70% গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিডের বিক্রিয়ার দ্বারা উৎপন্ন করা হয়।



এই বিক্রিয়ায় দ্রাব্য মোনোক্যালসিয়াম ফসফেটের $(CaHPO_4)$ সহিত অল্প পরিমাণ ডাইক্যালসিয়াম ফসফেটও উৎপন্ন হয়।

শিল্প প্রস্তুতির জন্য, একটি ঢালাই লোহার পাত্রে রক ফসফেটের যথেষ্ট চূর্ণের সহিত গাঢ় H_2SO_4 দ্রুত মিশ্রিত করিয়াই, উহাকে আরও পাত্রে ঢালিয়া 24 ঘণ্টা রাখিয়া দেওয়া হয়। এই সময়ে মূল বিক্রিয়াটি ঘটে ও নানাবিধ গ্যাস (CO_2 , HCl , SiF_4) মিশ্রটি হইতে নির্গত হইয়া যায়। ইহার পর মিশ্রটিকে, গ্রাহক পাত্রে স্থানান্তর করা হয়। প্রস্তুতির 8—10 সপ্তাহ পর, ইহাকে সাররূপে ব্যবহার করা বিধেয়।

কোল-গ্যাস

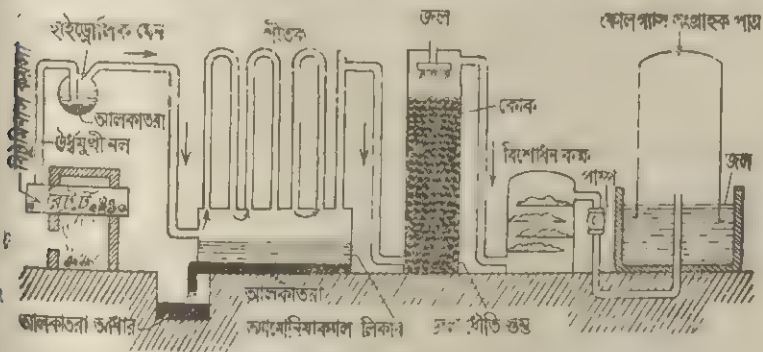
প্রাকৃতিক সাধারণ কয়লাকে, আবদ্ধ পাত্রে অশূন্য পাতন করিলে উহা হইতে নানা উদ্বায়ী পদার্থ নির্গত হইয়া যায় ও অবশিষ্টরূপে কঠিন কোক পড়িয়া থাকে। এই প্রক্রিয়াটিকে, 'কয়লার অঙ্গারীকরণ' বা 'কার্বনাইজেশন অফ কোল' (Carbonisation of coal) বলা হয়। এই প্রক্রিয়াটি—উচ্চ তাপে (1200° — $1400^\circ C$) ও নিম্নতাপে (600° — $650^\circ C$) দুই ভাবে করা যায়। 'উচ্চতাপে অঙ্গারীকরণ' (High Temperature Carbonisation)—উদ্বায়ী অংশের মাত্রা বেশী পাওয়া যায়, এবং 'নিম্নতাপে অঙ্গারীকরণ' (Low Temperature Carbonisation)—উদ্বায়ী অংশের মাত্রা কম পাওয়া যায়।

কয়লার উচ্চতাপে অঙ্গারীকরণের ফলে, জ্বালানীরূপে ব্যবহার্য যে গ্যাস-মিশ্র পাওয়া যায়, উহাকে কোল-গ্যাস (Coal gas) বলা হয়।

● **কোল-গ্যাসের উপাদান :** কোল-গ্যাস মূলতঃ কয়েকটি জ্বালানী গ্যাসের মিশ্র। কোল-গ্যাসে শতকরা আয়তনিক অল্পপাতে যে বিভিন্ন উপাদানগুলি বর্তমান থাকে তাহা নিম্নরূপ—

উপাদানের নাম	উপাদানের সংকেত	আয়তনিক শতকরা মাত্রা	উপাদানের প্রকৃতি
হাইড্রোজেন	H_2	45—50	দাহ্য ; বহনকালে তাপ দায়ী। কিছু আলোকদায়ী নয়।
মিথেন	CH_4	30—50	
কার্বন মনোক্সাইড	CO	5—10	
ইথিলিন	C_2H_4	2—2.5	দাহ্য ; বহনকালে তাপদায়ী এবং আলোকদায়ী।
অ্যান্টিথিলিন	C_2H_2		
বেনজিন	C_6H_6		
নাইট্রোজেন	N_2	2—10	অদাহ্য।
কার্বনডায়ক্সাইড	CO_2	0.2	
অক্সিজেন	O_2	0.1	
হাইড্রোজেন সালফাইড	H_2S	নগণ্য	

● **কোল-গ্যাসের উৎপাদন—**কোল-গ্যাসের উৎপাদনে—চিত্র নং 17.5, যন্ত্রসজ্জাটি ব্যবহৃত হয়। এই যন্ত্রসজ্জায় ফায়ার-ক্লে (fire clay) নির্মিত এক বা একাধিক অন্তঃস্থিক* রিটর্টে বিটুমিনাস কয়লা লওয়া হয় ও এইগুলিকে আবদ্ধ অবস্থায় প্রোডিউসার গ্যাস জ্বালাইয়া চুল্লীতে $1200^\circ—1400^\circ C$ উত্তপ্ত করা হয় ; ফলে, কয়লা



চিত্র নং 17.5

হইতে উদায়ী পদার্থ নির্গত হইয়া লৌহ নির্মিত উর্ধ্বাধী নল (ascension pipe) গণ্ডে বাহির হইয়া আসে।

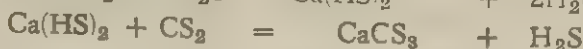
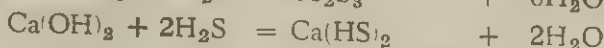
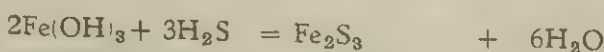
* আধুনিক গ্যাস কারখানায়, অন্তঃস্থিক রিটর্টের পরিবর্তে উল্লম্ব (vertical) এক বা একাধিক রিটর্ট ব্যবহৃত হয়।

উর্ধ্বমুখী নলটি একটি গোলকের সহিত যুক্ত; এই গোলকটিকে হাইড্রোলিক মেন (hydraulic main) বলা হয়। নির্গত গ্যাস হাইড্রোলিক মেনে প্রবেশ শীতল করিয়া হয় (60°C) ও কম-উদ্বায়ী কিছু আলকাতরাজাতীয় পদার্থ ইহাতে জমিয়া যায়।

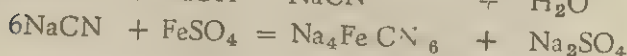
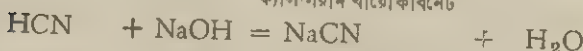
হাইড্রোলিক মেন হইতে নির্গত গ্যাস কতকগুলি শীতক-নলে (condenser) প্রবেশ করে; শীতক-নলগুলির নিম্নাংশে একটি আধার থাকে; শীতকে প্রবিষ্ট গ্যাস, শীতল হইবার ফলে—উহা হইতে কম-উদ্বায়ী অ্যামোনিয়াক্যাল লিকার ও নানা কার্বন যৌগের মিশ্ররূপে উদ্ভূত আলকাতরা, আধারে যথাক্রমে উপরে জলীয়াংশরূপে ও নীচে কালো গাঢ় তরল পদার্থরূপে জমে। আলকাতরা অংশটিকে আলকাতরার পৃথক আধার (tar-well) হইতে সংগ্রহ করা হয়।

শীতক-নল হইতে নির্গত শীতল কোল-গ্যাসের মধ্যে কতকগুলি অবাস্তিত গ্যাসীয় পদার্থ H_2S , CS_2 , HCN ইত্যাদি থাকে। এগুলি দূরীভূত করার জন্ত, গ্যাস-মিশ্রকে একটি কোকপূর্ণ জলধৌতি স্ক্রব্বার (scrubber) মধ্যে প্রবেশ করানো হয় ও উপর হইতে জলের ধারাদ্রাব করানো হয়; ফলে, অনেক অবাস্তিত গ্যাস দ্রাব্য হইয়া দূরীভূত হয়।

ইহার পরে গ্যাস-মিশ্রকে 'বিশোধন কক্ষে' প্রবিষ্ট করানো হয়; বিশোধন কক্ষ ট্রে'র (tray) উপর 'আর্ড' ফেরিক অক্সাইড, কলিচুন $[Ca(OH)_2]$ এবং ক্ষার-মিশ্রিত $FeSO_4$ রাখা থাকে; গ্যাস-মিশ্র বিশোধকগুলির সংস্পর্শে আসিয়া H_2S ও HCN হইতে মুক্ত হয়—



ক্যালসিয়াম থায়োক্যার্বনেট



সোডিয়াম ফেরোসায়ানাইড

বিশোধন কক্ষ হইতে পাম্প যোগে চালিত বিশুদ্ধ কোল-গ্যাস—জলের অপসারণ দ্বারা সংগ্রাহক পাত্রে সংগ্রহ করা হয়।

ওজন অনুপাতে কয়লার 17% কোল-গ্যাসে, 5% আলকাতরায়, 8% অ্যামোনিয়াক্যাল লিকারে ও 70% কোকে পরিণত হয়।

1 টন কয়লা হইতে, আনুমানিক 10,000 ঘনফুট কোল-গ্যাস পাওয়া যায়।

□ ব্যবহার : ইলেকট্রিক আলোর ব্যবহারের পূর্বে কোল-গ্যাস পথ ও গৃহের আলো উৎপাদনের জন্ত ব্যবহৃত হইত। বর্তমানে ইহা জ্বালানীরূপে ও বিজারক পদার্থরূপে শিল্পে ব্যবহৃত হয়।

কোল-গ্যাস শিল্পের উপজাত পদার্থ :

1. কোল টার (Coal tar) বা আলকাতরা—ইহা জৈব যৌগগুলি উৎপাদনের জন্ত মূল্যবান কাঁচা মাল। ইহার পাতন হইতে বেনজিন, টলুইন, গ্রাপথালিন, ফিনোল

পাওয়া যায় এবং এই পাতনজাত পদার্থগুলি নানা শিল্পের (যথা—স্বচ্ছক, ঔষধ, গন্ধ দ্রব্য, বিস্ফোরক প্রভৃতির) উৎপাদন। আলকাতরা, মরিচারোধক রং হিসাবেও ব্যবহৃত হয়। আলকাতরার পাতন-অবশেষ **পীচ** (pitch) নামে পরিচিত; ইহা রাস্তা তৈরীতে ব্যবহৃত হয়।

2. **অ্যামোনিয়াক্যাল লিকার**—ইহা অ্যামোনিয়া ও অ্যামোনিয়াম লবণের জলীয় দ্রবণ। ইহা হইতে অ্যামোনিয়া দ্রবণ ও অ্যামোনিয়াম সালফেট সার প্রস্তুত করা হয়।

3. **স্পেন্ট অক্সাইড অফ আয়রন***—ইহা হইতে কয়লাজাত সালফার পুনরুদ্ধার করা হয়।

4. **সোডিয়াম ফেরোসায়ানাইডযুক্ত ফেরাস সালফেট**—ইহা হইতে পটাশিয়াম ফেরোসায়ানাইড ও পটাশিয়াম সায়ানাইড প্রস্তুত করা হয়।

5. **স্পেন্ট অক্সাইড অফ লাইম বা গ্যাস লাইম** (Gas lime)—ইহা সাররূপে চাষে ব্যবহৃত হয়।

প্রশ্নাবলী

1. অ্যামোনিয়ার শিল্পপ্রস্তুতিতে অনুসৃত হেবার পদ্ধতির একটি সংক্ষিপ্ত বিবরণ, চিত্রযোগে আলোচনা কর।

2. নাইট্রেট লবণ হইতে নাইট্রিক অ্যাসিডের শিল্পপ্রস্তুতি বর্ণনা কর। এই পদ্ধতিতে গাঢ় সাল-ফিউরিক অ্যাসিডের পরিবর্তে, গাঢ় হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড ব্যবহৃত হয় নাকেন?

3. অ্যামোনিয়ার জারণ দ্বারা নাইট্রিক অ্যাসিডের শিল্পপ্রস্তুতি বর্ণনা কর। এই প্রস্তুতিকালে, যে যে বিক্রিয়াগুলি ঘটে সমীকরণ সহ সেই বিক্রিয়াগুলি লিখ। বিক্রিয়াকালে অ্যামোনিয়া ও অক্সিজেনের সহিত অনুঘটকের দীর্ঘ সংস্পর্শ ঘটিলে—উৎপন্ন পদার্থটি কি এবং কেন হয়?

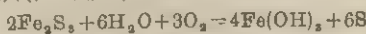
4. 'সংস্পর্শ পদ্ধতি'তে সালফিউরিক অ্যাসিডের উৎপাদনে যে বিক্রিয়াটি ঘটান হয় ভৌত-রাসায়নিক তত্ত্বের বিচারে উহার আলোচনা কর। সংস্পর্শ পদ্ধতির চিত্রযোগে একটি বর্ণনা দাও।

5. 'কোলগ্যাস' কি? কোলগ্যাস উৎপাদনে যে পদ্ধতি ব্যবহৃত হয় চিত্রযোগে উহার একটি আলোচনা কর। কোলগ্যাস উৎপাদনকালে প্রধান উপজাত পদার্থগুলি ও উহাদের ব্যবহার লিখ।

6. টীকা লিখ:

(i) কোলগ্যাস প্রস্তুতির উপজাত পদার্থ হইতে অ্যামোনিয়া নিষ্কাশন; (ii) অ্যামোনিয়াম সালফেট; (iii) ইউরিয়া; (iv) সুপার ফসফেট অফ লাইম; (v) স্পেন্ট অক্সাইড অফ লাইম বা গ্যাস লাইম; (vi) স্পেন্ট অক্সাইড অফ্ আয়রন; (vii) কোল টার; (viii) কয়লার অঙ্গারীকরণ (Carboinsation of Coal)।

* H_2S শোষণের পর যে Fe_2S_3 উৎপন্ন হয়—উহাকে আর্জ বায়ুর সংস্পর্শে রাখিলে, উহা পুনরায় আর্জ Fe_2O_3 -তে পরিণত হয় ও ব্যবহারযোগ্য হইয়া ওঠে।



উৎপন্ন S, Fe_2O_3 -এর সহিত যুক্ত থাকে। এইভাবে বারম্বার ব্যবহৃত Fe_2O_3 -তে দক্ষিত S-এর পরিমাণ 50% হইলে, উহাকে—'স্পেন্ট অক্সাইড অফ আয়রন' (Spent oxide of iron) বলা হয়। ইহা কয়লা হইতে প্রাপ্ত, সালফারের উৎসরূপে ব্যবহার্য।

বিবিধ প্রশ্নাবলী—1

(A) সঠিক উত্তরটি চিহ্নিত কর ✓ :

- দাহ্য বস্তুর দহনে
 - দাহ্যতা বস্তুর অবস্থার উপর নির্ভর করে—
 - দহনের জন্য সর্বদাই বায়ুর প্রয়োজন—
 - দাহ্য বস্তুর কেবলমাত্র অবস্থা পরিবর্তিত হয়—
 - সর্বদাই তাপ উদ্ভূত হয়—
- দুই বা ততোধিক পদার্থ সংযুক্ত হইয়া
 - সর্বদাই মিশ্রপদার্থ উৎপন্ন করে—
 - সর্বদাই যৌগ পদার্থ উৎপন্ন করে—
 - মিশ্র ও যৌগ উভয় পদার্থই উৎপন্ন করিতে পারে—
- রাসায়নিক বিক্রিয়ার কালে বিক্রিয়ক পদার্থ বা পদার্থসমূহের মোট ওজন, বিক্রিয়ালব্ধ পদার্থ বা পদার্থসমূহের মোট ওজনের তুলনায়—
 - সর্বক্ষেত্রেই কম হয়—
 - সর্বক্ষেত্রেই বেশী হয়—
 - কখনোই সমান হয় না—
 - সর্বক্ষেত্রেই সমান হয়—
- কোনো মৌল রাসায়নিক সংযোজন কালে যে অনুপাতে সংযুক্ত হয়, ঐ অনুপাত উহাদের—
 - যোজ্যতার অনুপাত—
 - তুল্যাকতার অনুপাত—
 - পারমাণবিক ওজনের অনুপাত—
 - তাড়িত রাসায়নিক পর্যায়ে অধিকৃত স্থানের অনুপাত—
- মৌলের যোজ্যতা বলিতে নিম্নলিখিত অনুপাত বুঝায়—
 - পারমাণবিক ওজন/তুল্যাকতার—
 - আণবিক ওজন/পারমাণবিক ওজন—
 - তুল্যাকতার/আণবিক ওজন—
- একটি ধাতুর সালফেটের সংকেত MSO_4 ; উহার ফসফেটের সংকেত—
 - MPO_4 —
 - $M_2(PO_4)_3$ —
 - $M_2(PO_4)_3$ —
 - M_3PO_4 —
- গ্যাসের গ্রাম-আণবিক আয়তন বলিতে বুঝায়—
 - 1 গ্রাম গ্যাসের অধিকৃত আয়তন —
 - 6.02×10^{23} গ্রাম গ্যাসের আয়তন —
 - 22.4 গ্রাম গ্যাসের আয়তন —
 - 1 গ্রাম-অণু ওজনের গ্যাসের আয়তন —
- 100 মি. লি. গ্যাসের নিত্যচাপে 100° সেন্টিগ্রেড হইতে উত্তপ্ত করিয়া উহার আয়তন বিগুণ করা হইল। এই গ্যাসটির উষ্ণতা—
 - $200^\circ C$ —
 - $478^\circ C$ —
 - $746^\circ C$ —
 - $50^\circ C$ —
- একটি গ্যাসের ঘনত্ব দ্বিতীয় আরেকটি গ্যাস অপেক্ষা 4 গুণ। প্রথম গ্যাসটির আণবিক ওজন M হইলে, দ্বিতীয়টির আণবিক ওজন—
 - $4M$ —
 - $M/4$ —
 - $2M$ —
 - $M/2$ —

(I. I. T. '72)

(I. I. T. '74)

10. একটি গ্যাসের ব্যাপনহার দ্বিতীয় একটি গ্যাসের তুলনায় 2 গুণ : প্রথম গ্যাসের ব্যাপনশক্তি 2 হইলে, দ্বিতীয় গ্যাসটির আণবিক ওজন—
 (a) 4 — (b) 8 — (c) 16 — (d) 24 — (e) 32 —
11. $A + B \rightleftharpoons C + D$ বিক্রিয়ার সাম্যধ্রুবক বলিতে বুঝায়—
 (a) $[A] \times [B] \times [C] \times [D]$ —
 (b) $[C] + [D] / [A] + [B]$ —
 (c) $[C] \times [D] / [A] \times [B]$ —
 (d) $[A] \times [B] / [C] \times [D]$ —
12. 2 আয়তন ওজেন সম্পূর্ণরূপে বিয়োজিত হইলে, উৎপন্ন অক্সিজেনের আয়তন হইবে—
 (a) 2 আয়তন — (b) 3 আয়তন — (c) 6 আয়তন —
13. নিত্যস্ফুটন মিশ্রের স্ফুটন কালে—
 (a) উষ্ণতা নিত্য থাকে — (b) চাপ নিত্য থাকে — (c) মিশ্রের উপাদানগুলির অনুপাত নিত্য থাকে — (d) মিশ্রের উপাদানগুলি পৃথক ভাবে বাষ্পীভূত হয় —

(B) উপযুক্ত শব্দ যোগে পূরণ কর :-

1. — বিশেষণে সরলতর পদার্থে পরিণত হয় ।
2. পদার্থের যে কণাগুলির স্বাভাবিক ও স্বাধীন অস্তিত্ব আছে উহাদের — বলা হয় ।
3. একই — ও — সম আয়তন যে কোন প্রকার গ্যাসে সর্বদাই সমসংখ্যক — থাকে ।
4. পদার্থের চূড়ান্ত ও অবিস্তার কণকে — বলা হয় ।
5. নিষ্ক্রিয় গ্যাস মৌলগুলি বাহ্যে অক্সিড গ্যাসগুলির অণু — ।
6. N. T. P'তে কোন গ্যাসের — ওজনগুলির আয়তন একই এবং এই আয়তনের পরিমাণ — ।
7. N. T. P'তে সমআয়তন গ্যাসে, সমসংখ্যক — থাকে ।
8. — অণুর ওজন, পদার্থের গ্রাম আণবিক ওজনের সমান ।
9. যৌগের রাসায়নিক বিশ্লেষণে নির্ণীত মৌলগুলির পরমাণু সংখ্যার ভিত্তিতে যৌগের যে সংকেত পাওয়া যায়, উহাকে যৌগের — বলা হয় ।
10. কঠিন মৌলের ক্ষেত্রে উহাদের পারমাণবিক ওজন ও আপেক্ষিক তাপের গুণফল সর্বদাই — বা উহার কাছাকাছি সংখ্যা ।
11. দুইটি — পদার্থের মধ্যে — পরমাণু একই ভাবে যুক্ত থাকিবা একই প্রকার কেলস উৎপন্ন করে ।
12. — অম্ল ও ক্ষারের সহযোগে উৎপন্ন লবণের আর্দ্রবিশ্লেষের ফলে ঐ লবণের তলীয় দ্রবণ অল্পধর্মী হয় ।

(C) ভুল উত্তরটি 'x' চিহ্নিত কর :

1. ভৌত পরিবর্তনে তাপ উৎপন্ন হয় —
2. যৌগের উৎসভেদে মৌল উপাদানগুলির অনুপাত বিধিগত হয়—
3. যৌগভেদে মৌলের পারমাণবিক ওজন বিভিন্ন হয় —
4. অম্লমাত্রারই আবশ্যিক উপাদান অক্সিজেন —
5. ষ্টাণ্ডার্ড দ্রবণে, গ্রাম-আণবিক ওজনের দ্রাব, 1 লিটার দ্রাবে দ্রবীভূত থাকে —
6. অণু-মাত্রাই একই বা একাধিক মৌলের অন্ততঃ দুইটি পরমাণুর সমষ্টি —
7. নাইট্রোজেনের সকল অক্সাইডই অল্পধর্মী —
8. মৌলের পরমাণু বা আয়ন হইতে ইলেকট্রন বিযুক্ত হওয়ার ফলেই জারণ ঘটে —
9. নিত্যচাপে উষ্ণতাবৃদ্ধির সহিত গ্যাসের ঘনত্ব কমে —

10. সাধারণ তাপদায়ী বিক্রিয়ার বহিঃপ্রযুক্ত তাপের বৃদ্ধি ঘটলে, তাপদায়ী বিক্রিয়াটি হ্রাস পায় —
11. রাসায়নিক সাম্যাবস্থায় রাসায়নিক বিক্রিয়া শুরু হইয়া যায় —
12. রাসায়নিক সাম্যাবস্থায়, অনুঘটক প্রযুক্ত হইলে, রাসায়নিক বিক্রিয়ার হার বাড়ে —
13. একই ওজনের পরমাণু একই মৌলের ধর্ম বহন করে —
14. যৌগে বিভিন্ন শ্রেণীর পরমাণুর সংখ্যানুপাত সর্বদাই সরল অনুপাত —

(D) বৃত্তিসহ সংক্ষিপ্ত আলোচনা কর :

1. সালফিউরিক অ্যাসিড হইতে হাইড্রোজেন প্রস্তুতিকালে নিম্নোক্ত কোন কোন ধাতুগুলি ব্যবহার্য—
 $\text{Fe}, \text{Al}, \text{Cu}, \text{Pb}, \text{Mg}, \text{Hg}.$
2. ক্যালিয়াম কার্বনেট হইতে কার্বন ডায়ক্সাইড প্রস্তুত কালে কোন কোন অ্যাসিড ব্যবহার্য—
 $\text{H}_2\text{SO}_4, \text{HCl}, \text{HNO}_3, \text{H}_3\text{PO}_4.$
3. ক্রোম সালফাইড হইতে H_2S প্রস্তুতিকালে কোন কোন অ্যাসিড ব্যবহার্য—
 $\text{H}_2\text{SO}_4, \text{HCl}, \text{HNO}_3.$
4. সোডিয়াম ক্লোরাইড হইতে HCl প্রস্তুতিকালে কোন অ্যাসিড ব্যবহার্য—
 $\text{H}_2\text{SO}_4, \text{HNO}_3.$
5. $\text{HCl}, \text{NH}_3, \text{SO}_2, \text{H}_2\text{S}$ —এই গ্যাসগুলির অনাধিকরণের জন্য নিম্নের কোন অনাধিকারী পদার্থগুলি যথাক্রমে ব্যবহার্য—
কঠিন KOH , গলিত CaCl_2 , গাঢ় H_2SO_4 , কঠিন P_2O_5
6. কিরূপে প্রমাণ করা যাইবে—
(a) সালফিউরিক অ্যাসিডে S, H ও O আছে ?
(b) নাইট্রিক অ্যাসিডে N, H ও O আছে ?
(c) কার্বন ডায়ক্সাইডে C এবং O আছে ?
(d) পটাশিয়াম ক্লোরেটে Cl এবং O আছে ?
7. প্রাকৃতিক উৎসের অশুদ্ধ খরস্রাবকে সাধারণ উষ্ণতায় সম্পূর্ণ বিশুদ্ধ জলে পরিণত করিতে কোন পদ্ধতিটি প্রের—
পারমুটিট পদ্ধতি, আয়ন বিনিময়কারী বেজিন পদ্ধতি, ক্যালগন পদ্ধতি, পাতন পদ্ধতি।
8. ওজোন অক্সিজেনের রূপভেদ না অক্সিজেন ওজনের রূপভেদ ?
9. অ্যামোনিয়া, সালফিউরিক অ্যাসিড ও নাইট্রিক অ্যাসিডের শিল্প প্রস্তুতিতে অধিক উৎপাদনের জন্য কোন কোনটিতে তাপ ও চাপ প্রয়োগ করা হয় ?

(E) নিম্নোক্ত পদার্থগুলির উল্লিখিত ধর্মাবলীসারে সজ্জিত কর :

- | | |
|--|---|
| (i) $\text{KClO}_4, \text{HCl}, \text{KClO}_3,$ | (Cl -এর ক্রমবর্ধমান যোজ্যতা অনুসারে) |
| (ii) $\text{CaSO}_4, \text{BaSO}_4, \text{Na}_2\text{SO}_4$ | (ক্রমবর্ধমান জ্বাভা অনুসারে) |
| (iii) $\text{NaHCO}_3, \text{NaCO}_3, \text{CaCO}_3$ | (ক্রমবর্ধমান তাপীয় বিশোধন অনুসারে) |
| (iv) $\text{Zn}, \text{Na}, \text{K}$ | (ক্রমবর্ধমান তাড়িত রাসায়নিক পরাবিন্দব অনুসারে) |
| (v) $\text{Br}, \text{I}, \text{Cl}$ | (ক্রমবর্ধমান দ্রুতিং ধণাত্মকতা অনুসারে) |
| (vi) $\text{Al}, \text{Na}, \text{Fe}, \text{Cu}$ | (জলের সহিত বিক্রিয়ায় ক্রমবর্ধমান সক্রিয়তা অনুসারে) |
| (vii) $\text{NH}_3, \text{N}_2, \text{H}_2\text{O}, \text{O}_2, \text{Cl}_2$ | (ক্রমবর্ধমান ক্ষুণ্ণতা অনুসারে) |
| (viii) $\text{NO}_2, \text{K}_2\text{O}, \text{ZnO}, \text{PbO},$ | (ক্রমবর্ধমান ক্ষারীয়তা অনুসারে) |
| MgO | |

- (ix) গ্রাফাইট, Cu, S (ক্রমবর্ধমান তড়িৎ পরিবাহিতা অনুসারে)
 (x) HNO_3 , H_2S , H_2SO_4 (ক্রমহাসমান বিজারণ ক্ষমতানুসারে)
 (xi) AgCl , PbCl_2 , NaCl (ক্রমবর্ধমান দ্রাব্যতা অনুসারে)
 (xii) HCl , H_2SO_4 , CH_3COOH
 H_2SO_3 (অম্লের ক্রমবর্ধমান তীব্রতা অনুসারে)

(I. I. T. 70, 71, 72)

(F) K, C, O, H, S, এবং Cl এই মৌলগুলির দুইটি বা ততোধিকের মধ্যে সম্মিলনে উৎপন্ন কি যৌগের মধ্যে নিম্নোক্ত ধর্মগুলি লক্ষ্য করা যাইবে—

- (i) যৌগটি দ্বিপরিমাণুক, তড়িৎযোজী এবং গলিতাবস্থায় তড়িৎ পরিবাহী।
 (ii) যৌগটি দ্বিপরিমাণুক গ্যাস, বিবাক্ত এবং জলে প্রায় অদ্রাব্য।
 (iii) যৌগটি দ্বিপরিমাণুক গ্যাস, জলে দ্রাব্য এবং জলীয় দ্রবণ তীব্র অম্ল।
 (iv) যৌগটি ত্রিপরিমাণুক গ্যাস, জলে দ্রাব্য এবং জলীয় দ্রবণ মৃদু অম্ল।
 (v) যৌগটি ত্রিপরিমাণুক গ্যাস, জলে দ্রব এবং রাসায়নিক বিশ্লেষণে বহুল ব্যবহৃত।

(I. I. T. '72)

- (vi) যৌগটি ত্রিপরিমাণুক গ্যাস, জলে দ্রাব্য এবং জলীয় দ্রবণ মৃদু অম্ল।
 (vii) যৌগিক ত্রিপরিমাণুক গ্যাস, জলের স্বল্প দ্রাব্য এবং রাসায়নিক বিশ্লেষণে বহুল ব্যবহৃত।

(I. I. T. '74)

(G) 1. নিম্নের কোন ক্ষেত্রে বৃহত্তম সংখ্যক পরমাণু বর্তমান আছে—

- (a) 0.50 গ্রাম অণু কপার
 (b) 1.0×10^{23} পরমাণু কপার
 (c) 0.685 গ্রাম কপার

(I. I. T. '74)

2. নিম্নের কোন ক্ষেত্রে সর্বোচ্চ সংখ্যক অণু বর্তমান আছে

- (a) S. T. P' তে 11.2 লিটার SO_2 .
 (b) 1 মোল SO_2 গ্যাস
 (c) 1×10^{23} অণু SO_2 গ্যাস।

(I. I. T. '74)

(H) নিম্নে দুইটি গ্রুপ আছে, প্রথম গ্রুপের একটি পদার্থ নির্বাচন করিয়া অপর গ্রুপ হইতে উহার সহিত যথার্থ প্রয়োজ্য বাক্যাংশটি সংযুক্ত কর—

গ্রাফাইট ও ডায়মণ্ড
 ডিরটেরিয়াম ও টিটিয়াম
 Na_2SO_4 ও Na_2SeO_4
 ক্যালগন
 কসজিন
 ফ্র্যাংশ পদ্ধতি
 অ্যানথ্রাসাইট
 কেম
 বাকলাপ্ত আইড পদ্ধতি
 হেবার পদ্ধতি

সমাকৃতি
 রূপভেদ
 আইসোটোপ
 একটি গ্যাস
 অ্যামোডিনের উৎস
 জলের খরতা দূরীকরণের একটি পদ্ধতি
 অ্যামো নয়া উৎপাদনের পদ্ধতি
 একজাতীয় করণ
 সালফার উৎপাদনের পদ্ধতি
 নাইট্রিক অ্যাসিড উৎপাদনের পদ্ধতি

(I) উপযুক্ত শব্দযোগে শূন্যস্থান পূরণ কর :

- (a) রশ্মিক ও মনোরিনিক সালফার, সালফারের দুইটি.....।
 (b) প্লাস্টার অফ প্যারিসকে 120° সেন্টিগ্রেড উত্তপ্ত করিলে...পরিণত হয় ও উষ্ণার সংকেত...।
 (c) ধাতব ক্রোমাইডগুলি জলে দ্রাব্য ; কিন্তু...ধাতুগুলির ক্রোমাইড জলে দ্রাব্য নয় ;
 (d)একমাত্র অধাতু, যাহা সাধারণ উষ্ণতায় তরল রূপে বিরাজ করে।
 (e) লেড পেন্সিলে লেড থাকে না, থাকে.....।

(I. I. T. '70)

(U) কারণ নির্দেশ কর :—

- (i) সালফার ট্রায়ক্সাইড জারক ও বিজারক উভয় রূপেই কিয়ৎ কালে, কিন্তু সালফার ট্রায়ক্সাইড কেবলমাত্র জারক পদার্থরূপে ও H_2S কেবলমাত্র বিজারক পদার্থরূপে কিয়ৎ কালে।
 (ii) লেড নাইট্রেটকে উত্তপ্ত করিয় যে হলুদ বর্ণের গ্যাস পাওয়া যায় উহা তীব্র উত্তপ্ত করিলে গাঢ় বাদামী বর্ণ ধারণ করে।
 (iii) সীসার তৈয়ারী মূর্তি বাতাসে কালো হইয়া যায় কিন্তু হাইড্রোজেন পারক্সাইড দ্বারা ধৌত করিলে পূর্ববর্ণ ধারণ করে।
 (iv) অ্যায়োডিনের দ্রবণে অতিরিক্ত সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড দ্রবণ যোগ করিলে বর্ণহীন হইয়া যায়।
 (v) কঠিন সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড নির্দিষ্ট পরিমাণ ওজন করিয়া দ্রবণ করিলে ষ্টাণ্ডার্ড দ্রবণ পাওয়া যায় না।

(I. I. T. '72)

বিবিধ প্রশ্নাবলী—2

1. নিম্নোক্ত বিক্রিয়াগুলি কি ঘটিবে সমীকরণ সহ বর্ণনা কর :—
 (i) $Pb(NO_3)_2$, $Cu(NO_3)_2$, KNO_3 , NH_4NO_3 ও NH_4NO_2 কে যথাক্রমে উত্তপ্ত করা হইল।
 (ii) H_2SO_4 যোগে অম্লীকৃত $KMnO_4$ দ্রবণের মধ্যে যথাক্রমে SO_2 , H_2S ও H_2O_2 চালনা বা যোগ করা হইল।
 (iii) লোহিত তপ্ত ক্রাসা পাথরের উপর গাঢ় H_2SO_4 ও গাঢ় HNO_3 যথাক্রমে কৌটায় ফোঁটায় আপতিত করা হইল।
 (iv) লোহিত তপ্ত সিলিকানলের মধ্য দিয়া স্লীম ও Cl_2 এর মিশ্র চালনা করা হইল।
 (v) নিম্নোক্ত যৌগগুলির সঙ্গে জল মিশ্রিত করা হইল :
 (a) $AlCl_3$, (b) $NaHCO_3$, (iii) PCl_3 , (iv) Mg_3N_2 , (v) CaC_2 .
 (vi) হাইড্রোজেন পারক্সাইডের সহিত নিম্নোক্ত বিকারকগুলি যথাক্রমে যোগ করা হইল।
 (a) অম্লীকৃত $FeSO_4$ দ্রবণ (b) PbS , (c) O_3 , (d) Cl_2 .
 (vii) ওজোনের সহিত নিম্নোক্ত বিকারকগুলি যথাক্রমে যোগ করা হইল।
 (a) BaO , (b) C_2H_4 , (c) অম্লীকৃত $FeSO_4$ দ্রবণ
 (viii) কার্বনের সহিত নিম্নোক্ত বিকারকগুলির যথাক্রমে বিক্রিয়া করা হইল।
 (a) F_2 , (b) গলিত $NaOH$, (c) গাঢ় H_2SO_4 , (d) গাঢ় HNO_3 .
 (ix) সাদা ফসফোরাসের সহিত যথাক্রমে (a) $NaOH$ দ্রবণের (b) $CuSO_4$ দ্রবণের এবং (c) গাঢ় HNO_3 এর বিক্রিয়া করান হইল।
 (x) SO_2 দ্রবণের মধ্যে H_2S চালনা করা হইল।

- (xi) রৌরাইড, রোমাইড ও আয়োডাইড লবণকে যথাক্রমে গাঢ় H_2SO_4 যোগে উত্তপ্ত করা হইল।
 (xii) উচ্চতাপ এবং তাপে $NaOH$ দ্রবণের মধ্যে CO গ্যাস চালনা করা হইল।
 (xiii) চুণ জলের মধ্যে অতিরিক্ত CO_2 চালনা করার পর দ্রবণটিকে উত্তপ্ত করা হইল।
 (xiv) উত্তপ্ত Mg ও উত্তপ্ত Zn এর উপর যথাক্রমে, CO_2 গ্যাস চালনা করা হইল।
 (xv) অ্যামোনিয়া-সম্পৃক্ত $NaCl$ দ্রবণে, CO_2 গ্যাস চালনা করা হইল।
 (xvi) জিপসামের জলীয় প্রলব্ধনে, NH_3 সহ CO_2 গ্যাস চালনা করা হইল।
 (xvii) সিলিকার সহিত Na_2CO_3 উত্তপ্ত করা হইল।
 (xviii) কাচপাত্রে যথাক্রমে HF দ্রবণ, ও $NaOH$ দ্রবণ রাখা হইল।
 (xix) সিলিকাকে কোকের সহিত অতি উচ্চতাপে উত্তপ্ত করা হইল।
 (xx) গাঢ় H_2SO_4 যুক্ত নাইট্রেট লবণের দ্রবণের মধ্যে অতিরিক্ত $FeSO_4$ দ্রবণ যুক্ত করা হইল।
 (xxi) $NaOH$ দ্রবণের মধ্যে NO_2 গ্যাস চালনা করা হইল।
 (xxii) গাঢ় H_2SO_4 -কে P_2O_5 যোগে উত্তপ্ত করা হইল।
 (xxiii) SO_2 গ্যাসকে যথাক্রমে (a) অম্লীকৃত $K_2Cr_2O_7$ দ্রবণ (b) $KMnO_4$ দ্রবণ ও (c) $FeCl_3$ দ্রবণে চালনা করা হইল।

2. কি কি বিভিন্ন পরীক্ষাসূত্রে নিম্নোক্ত যৌগগুলি, নিম্নোক্ত বিকারকগুলির সহিত বিক্রিয়া করে? বিক্রিয়াতে উৎপন্ন পদার্থগুলি, সমীকরণ সহ বর্ণনা কর।

যৌগ	বিকারক
(a) জল	$Na, Mg, Al, Fe.$
(b) HNO_3	$Cu, Zn, Fe, C, P, S, Cl.$
(c) H_2SO_4	$Cu, Zn, Fe, S, P, C,$
(d) NH_3	$Na, CuO, CuSO_4, FeCl_3, Cl_2$
(e) H_2S	$CuSO_4, ZnSO_4, PbCl_2,$
(f) Cl_2	$H_2O, NaOH, H_2S$

3. নামকরণ কর :—

- (i) এমন দুইটি অক্সাইড, যাহাদের উত্তপ্ত করিলে খাতু ও অক্সিজেন পাওয়া যায় ;
 [Ans : HgO, Ag_2O]
 (ii) এমন দুইটি অক্সাইড যাহারা লবু H_2SO_4 ও লবু $NaOH$ দ্রবণ উভয়তেই দ্রবীভূত হয় ;
 [Ans : ZnO, PbO]
 (iii) এমন দুইটি অক্সাইড যাহারা রসক পদার্থ বিজারিত করে :
 [Ans : Cl_2, SO_2]
 (iv) এমন দুইটি দ্রবণ যাহার $BaCl_2$ দ্রবণের সহিত নাদা অধঃক্ষেপ দেয় ;
 [Ans : ড্রাব CO_3 ও ড্রাব SO_4 লবণের দ্রবণ]
 (v) দুইটি অ্যাম্লিক ধর্ম সম্পন্ন ধাতব অক্সাইড ;
 [Ans : CrO_3 ও Mn_2O_7]
 (vi) দুইটি মৌল, যাহারা তিনমাত্রার ধনাত্মক আয়ন উৎপন্ন করে :
 [Ans : Fe^{+++}, Al^{+++}]
 (vii) দুইটি কঠিন জলশোষক পদার্থ ;
 [Ans : $CaCl_2$ ও P_2O_5]
 (viii) দুইটি মৌল, যাহারা সাধারণ উষ্ণতায় তরল
 [Ans : Br_2 ও Hg]

3. নিম্নলিখিত অ্যাসিডগুলির লিঙ্গনক কি ?

- (i) কার্বনিক অ্যাসিড (ii) নাইট্রিক অ্যাসিড (iii) ক্রমফোরাস অ্যাসিড (iv) অর্থোক্রমফোরাস অ্যাসিড (v) সালফিউরাস অ্যাসিড (vi) সালফিউরিক অ্যাসিড (vii) হাইপোক্লোরাস অ্যাসিড (viii) পারক্লোরিক অ্যাসিড ;
 পূর্বোক্ত অ্যাসিডগুলির রেখাসংকেত লিখ।

4. নিম্নোক্ত ক্ষেত্রগুলির, প্রতিটি ক্ষেত্রে দুইটি করিয়া অক্সাইডের নাম কর :—

- (a) যাহারা উত্তপ্তে ধাতব নাইট্রাইট ও অক্সিজেন দেয়
 [Ans : $NaNO_3, KNO_3$]

(b) যাহারা উত্তাপে ধাতব অক্সাইড, নাইট্রোজেন ডায়ক্সাইড ও অক্সিজেন দেয় ;

[Ans : $Pb(NO_3)_2$, $Cu(NO_3)_2$]

(c) যাহারা উত্তাপে ধাতু, নাইট্রোজেন অক্সাইড ও অক্সিজেন দেয় ;

[Ans : $AgNO_3$, $Hg(NO_3)_2$]

বিক্রিয়াগুলির সমীকরণ লিখ।

5. ক্রমে প্রমাণ করিবে নিম্নোক্ত যোগে উল্লিখিত যৌগ / মৌলগুলি আছে—

যোগ	মৌল
SO_2	S এবং O_2
CO_2	C
NH_3	N_2 এবং H_2
PH_3	P এবং H_2
H_2SO_4	H_2 , S এবং O_2
HNO_3	H_2 , N_2 এবং O_2
HCl	H_2 এবং Cl_2
H_2S	H_2 এবং S.

6. অম্ল এবং ক্ষার দ্রবণের টাইট্রেশনের শেষে দ্রবণ কি সর্বদাই যথার্থ প্রশমিত রূপে থাকে ?

[সংকেত : সার্বিকবিজ্ঞেয় জটিল]

7. নিম্নোক্ত মিশ্রগুলি হইতে, সামান্য পরিমাণ মিশ্র উপাদানটি ক্রমে মুক্ত করা যাইবে—

মিশ্র	সামান্য পরিমাণ মিশ্র উপাদান
CO_2 —CO	CO
HCl — Cl_2	HCl
সাদা P ও লাল P	লাল P
P_2O_3 — P_2O_5	P_2O_3
NO_2 — N_2	NO_2
NO_2 — N_2O	NO.

8. নিম্নোক্ত মিশ্রগুলিতে সামান্য পরিমাণে বর্তমান মিশ্র-উপাদান পরীক্ষাটিকে ক্রমে সনাক্ত করা যাইবে—

মিশ্র	সামান্য পরিমাণে বর্তমান মিশ্র-উপাদান
HCl — Cl_2	Cl_2
বায়ু ও CO	CO
বায়ু ও NH_3	NH_3
MnO_2 ও O	O
H_2 ও O_2	O_2

9. (a) CO_2 -কে ক্রমে CO -তে এবং CO -কে ক্রমে CO_2 -তে পরিণত করা যাইবে ;

(b) NH_3 -কে ক্রমে HNO_3 -তে এবং HNO_3 -কে ক্রমে NH_3 -তে পরিণত করা যাইবে ;

(c) NH_3 -কে ক্রমে (i) ইউরিয়াতে (ii) $(NH_4)_2 SO_4$ এতে ও (iii) $NaHCO_3$ -তে পরিণত করা যাইবে ?

10. নিম্নে কয়েকটি গ্যাসের নাম দেওয়া হইল—

H_2 , Cl_2 , NH_3 , HCl , H_2S এবং NO_2 .

ঐ তালিকা হইতে নির্বাচন কর—

(i) এমন দুইটি গ্যাস, যাহারা বায়ু অপেক্ষা ভারী

(ii) এমন একটি গ্যাস, যাহা বায়ু অপেক্ষা হালকা ও বিশিষ্ট গন্ধযুক্ত

- (iii) এমন একটি গ্যাস যাহা বায়ু অপেক্ষা হালকা এবং দাহ্য
- (iv) এমন দুইটি গ্যাস, যাহাদের বিশিষ্ট বর্ণ ও গন্ধ আছে
- (v) এমন তিনটি গ্যাস, যাহাদের বিজারক ধর্ম আছে
- (vi) এমন দুইটি গ্যাস, যাহারা জলে অতি-দ্রাব্য
- (vii) এমন দুইটি গ্যাস, যাহাদের জারক ধর্ম আছে
- (viii) এমন একটি গ্যাস, যাহার জারক ধর্ম ও জীবাণুনাশক ধর্ম আছে
- (ix) এমন একটি গ্যাস, যাহা অম্ল-নিরূপক
- (x) এমন একটি গ্যাস, যাহার দ্রবণ দ্বিফাঙ্গীয় অম্ল।

11. ব্যাখ্যা কর :—

- (i) Zn লব্ধ আসিড হইতে H_2 কে প্রতিস্থাপন করে, কিন্তু Cu করে না।
- (ii) Cl_2 , KI-দ্রবণ হইতে I_2 কে প্রতিস্থাপন করে।
- (iii) HF, কাচপাত্রে দাগ কাটে—HCl তাহা করেনা।
- (iv) মৃদুজল সাবানের সহিত ফেনা করে, খরজল করেনা।
- (v) লিটমাসের সহিত Na_2CO_3 দ্রবণ ক্ষারীয় বিক্রিয়া করে, কিন্তু NaCl দ্রবণের সহিত লিটমাসের কোন বিক্রিয়া নাই।
- (vi) NaOH দ্রবণ কাচপাত্রে রাখিলে, পাত্রটি ক্ষয়প্রাপ্ত হয়।
- (vii) NaOH-এর একটি কঠিন দণ্ড বায়ুর সংস্পর্শে প্রথমে তরল ও কয়েকমাস পরে সাদা চূর্ণে পরিণত হয়।
- (viii) চিনির উপর গাঢ় H_2SO_4 যোগ করিলে কালো হইয়া যায়।
- (ix) Al—Fe অপেক্ষা শক্তিশালী বিজারক পদার্থ।
- (x) গাঢ় H_2SO_4 জীবক পদার্থ, কিন্তু H_2SO_3 বিজারক পদার্থ।
- (xi) HNO_3 কেবলমাত্র জারক পদার্থ, কিন্তু HNO_2 জারক ও বিজারক ধর্ম উভয়ই প্রদর্শন করে।
- (xii) $KMnO_4$ একটি শক্তিশালী জারক পদার্থ।
- (xiii) Ag_2O এবং CuO —উভয়ই জারক কিন্তু Na_2O -এর জারক ধর্ম নাই।
- (xiv) NaBr-এর উপর উত্তপ্ত ও গাঢ় H_2SO_4 এর বিক্রিয়ায় HBr প্রস্তুত করা যায় না, কিন্তু NaCl এর উপর উত্তপ্ত ও গাঢ় H_2SO_4 এর বিক্রিয়ায় HCl প্রস্তুত করা যায়।
- (xv) কঠিন BaO_2 এর পরিবর্তে, সামান্য জল যোগ করিয়া কাঁধের (paste) মত করিয়া, H_2O_2 প্রস্তুতিতে ব্যবহৃত হয়।
- (xvi) সংস্পর্শ পদ্ধতিতে H_2SO_4 উৎপাদন কালে, প্লাটিনামের পরিবর্তে, অনুঘটকরূপে প্লাটিনাম-প্রলিঙ্গ অ্যাসবেস্টস্ ব্যবহার করা হয়।
- (xvii) 'উজ্জীবিত অঙ্গার' (activated charcoal) একটি উত্তম শোষক পদার্থ।
- (xviii) $HgCl_2$ দ্রবণে Cu দণ্ড প্রবিষ্ট করিলে, Cu দণ্ডের উপর Hg-এর প্রলেপ পড়ে।
- (xix) পরীক্ষাগারে H_2 প্রস্তুতিতে বিশুদ্ধ Zn এর পরিবর্তে, Zn এর ছিঁড়ি ব্যবহৃত হয়।
- (xx) পরীক্ষাগারে H_2S প্রস্তুতিতে লব্ধ H_2SO_4 ব্যবহৃত হয় : HCl বা HNO_3 ব্যবহৃত হয় না।
- (xxi) পরীক্ষাগারে CO প্রস্তুতিতে লব্ধ HCl ব্যবহৃত হয় ; লব্ধ H_2SO_4 ব্যবহৃত হয় না।

12. নিম্নলিখিত উদ্ভিগুলির বর্ণার্থতা বিচার কর—

- (i) H_2 —অসিড, ক্ষার ও জল হইতে প্রস্তুত করা যায়
- (ii) H_2SO_4 হইতে H_2O_2 প্রস্তুত করা যায়
- (iii) Cl_2 এবং SO_2 উভয়েই বিরঞ্জক, কিন্তু বিরঞ্জন প্রক্রিয়া ভিন্ন
- (iv) NH_3 কে, $CaCl_2$ যোগে শুষ্ক করা যায় না

- (v) H_2S কে, গাঢ় H_2SO_4 যোগে শুষ্ক করা যায় না।
 (vi) MnO_2 একটি ডায়ক্সাইড কিন্তু BaO_2 একটি পারক্সাইড।
 (vii) 'উপাধানের নিত্যতা সূত্র' সর্বথা সত্য নয়।
 (viii) 'ভরের নিত্যতা সূত্র'—সর্বথাই সত্য।
 (ix) 'মিথোমুপাত সূত্র'কে, 'ভূলা'ক-অমুপাত সূত্র'ও বলা যায়।
 (x) হেবার পদ্ধতিতে NH_3 উৎপাদন ও অষ্টোয়াক্স পদ্ধতিতে HNO_3 উৎপাদন—উভয় ক্ষেত্রেই একটি প্রকৃষ্ট উৎকর্ষ অবস্থা ব্যবহার্য।
 (xi) অক্সিজেন ও ফ্লোরিন সাধারণ উচ্চতায় প্রস্তুত করা সম্ভব।
 (xii) ওজনযোগে NaOH এর প্রমাণ প্রবণ প্রস্তুত সম্ভব।

13. নিম্নোক্ত ক্ষেত্রগুলিতে A, B, C ও D কে চিহ্নিত কর—(সম্ভাব্য স্থানে সমীকরণ লিখ)।

(i) একটি সাদা চূর্ণ (A) তীব্র উত্তাপে একটি গ্যাস দেয় (B) বাহ্য চূর্ণজলকে বোলা করে, উত্তাপের পর অবশেষটি (C) উত্তপ্ত অবস্থায় ফিফা হলুদ, কিন্তু শীতল অবস্থায় সাদা।

[Ans: A— ZnCO_3 ; B— CO_2 ; C— ZnO]

(ii) A একটি বর্ণহীন কঠিন পদার্থ, গলনাংক 44°C । তাহাকে NaOH দ্রবণ যোগে উত্তপ্ত করিলে গ্যাস 'B' উদ্ভূত হয়—ইহা বায়ুতে স্বতঃস্ফূর্তভাবে জ্বলিয়া ওঠে, A-কে যোত্রালোকে রাখিলে ধীরে ধীরে লাল হয় কিন্তু 250°C উত্তাপে অতি দ্রুত লাল হয়।

[Ans: A—সাদা P; B— PH_3]

(iii) একটি সাদা কেলাসিত পদার্থ (A) উত্তপ্ত করিলে একটি বাদামী গ্যাস (B) উদ্ভূত হয় এবং উত্তাপের শেষে অবশেষটি (C) উত্তপ্ত অবস্থায় বাদামী-লাল কিন্তু শীতলাবস্থায় হলুদ হয়।

[Ans: A— $\text{Pb(NO}_3)_2$; B— NO_2 ; C— PbO]

(iv) একটি কেলাসিত কঠিন পদার্থ (A) H_2SO_4 যোগে উত্তপ্ত করিলে একটি গ্যাস (B) উদ্ভূত হয়; এই গ্যাস চূর্ণজলকে বোলা করে, আবার KMnO_4 দ্রবণে চালনা করিলে দ্রবণটি বর্ণহীন হয়।

[Ans: A— Na_2SO_3 ; B— SO_2]

(v) একটি লবণ (A) NaOH সহ উত্তপ্ত করিলে একটি গ্যাস (B) উদ্ভূত হয়; গ্যাসটি জ্বলে অতিদ্রাব্য। গ্যাসটির জলীয় দ্রবণ, FeCl_3 দ্রবণে যোগ করিলে একটি বাদামী বর্ণের অধঃক্ষেপ (C) পড়ে।

[Ans: A— NH_4Cl ; B— NH_3 ; C— Fe(OH)_3]

(vi) একটি লবণকে (A) MnO_2 ও গাঢ় H_2SO_4 যোগে উত্তপ্ত করিলে একটি সবুজাভ হলুদ গ্যাস (B) উৎপন্ন হয়, এই গ্যাস স্ট্রো-অক্সোডাইড কাগজকে নীল করে। লবণটির দ্রবণ, AgNO_3 যোগ করিলে ছাড়াছাড়া সাদা অধঃক্ষেপ (C) উৎপন্ন হয়; অধঃক্ষেপটি HNO_3 -তে অদ্রাব্য, কিন্তু অতিরিক্ত NH_4OH এ দ্রাব্য।

[Ans: A— NaCl ; B— Cl_2 ; C— AgCl]

(vii) একটি সাদা চূর্ণকে (A) HCl যোগে বিক্রিয়া করিয়া একটি গ্যাস (B) উদ্ভূত হয়; এই গ্যাস CuSO_4 দ্রবণে চালনা করিলে কালো অধঃক্ষেপ (C) পড়ে।

[Ans: A— ZnS ; B— H_2S ; C— CuS]

(viii) একটি সাদা কঠিন পদার্থ (A) Ca(OH)_2 যোগে স্ফুটন করিলে একটি গ্যাস (B) উদ্ভূত হয়। এই গ্যাস CuSO_4 দ্রবণে চালনা করিলে প্রথমে একটি নীলাভ সাদা অধঃক্ষেপ (B) ও পরে গাঢ় নীল দ্রবণ (C) উৎপন্ন করে।

[Ans: A— NH_4Cl ; B— CuSO_4 , Cu(OH)_2 ; C— $[\text{Cu(NH}_3)_4]\text{SO}_4$]

(ix) একটি কালো কঠিন চূর্ণকে (A) NaCl ও গাঢ় H_2SO_4 যোগে উত্তপ্ত করিলে একটি সবুজাভ হলুদ গ্যাস (B) উৎপন্ন হয়। গ্যাসটি, লাউকার অ্যামোনিয়াম চালিত করিলে N_2 উৎপন্ন করে। গ্যাসটি স্ফুটন Ca(OH)_2 দ্রবণে চালনা করিলে যে যৌগগুলি উৎপন্ন হয়, উহার একটিকে (C) কঠিন অবস্থায় ক্যালোচূর্ণের (A) সহিত উত্তপ্ত করিলে O_2 পাওয়া যায়।

[Ans: A— MnO_2 ; B— Cl_2 ; C— NaClO_2]

(x) একটি সোডিয়াম লবণ (A), কঠিন NH_4Cl এর সহিত উত্তপ্ত করিলে N_2O উৎপন্ন হয়।
এ একই লবণ, তীব্র উত্তপ্ত করিলে—একটি যৌগ (B) এবং O_2 দ্বয় উৎপন্ন যৌগটি (B) NH_4Cl
দ্রবণের সহিত উত্তপ্ত করিলে, N_2 উদ্ভূত হয়। আবার সোডিয়াম লবণটি (A) NaOH দ্রবণ ও Zn -চূর্ণের
সহিত উত্তপ্ত করিলে একটি গ্যাস (C) উৎপন্ন হয়। উৎপন্ন গ্যাসটি (C), KOH যুক্ত K_2HgI_4 দ্রবণের
সহিত বাষ্পাধী অধঃক্ষেপ উৎপন্ন করে। [Ans: A— NaNO_3 ; B— NaNO_2 ; C— NH_3]

(xi) একটি জলে অদ্রাব্য সবুজ চূর্ণ (A) উত্তপ্ত করিলে একটি গ্যাস (B) উৎপন্ন করে ও একটি
কালো অবশেষ (C) পড়িয়া থাকে। উৎপন্ন গ্যাসটি চূর্ণচল ঘোলা করে। কালো অবশেষটিতে গাঢ়
 HCl যোগ করিলে সবুজ দ্রবণ (D) উৎপন্ন করে; এই দ্রবণ লব্ধ করিলে নীল হয়। এই লব্ধ দ্রবণে একটি
লোহাব ছুরি নিমজ্জিত করিলে, ছুরির উপর লাল প্রলেপ (E) পড়ে। লব্ধ লৌহ দ্রবণে, অ্যামোনিয়াম
দ্রবণ যোগ করিলে, একটি নীলাভ সাদা অধঃক্ষেপ (F) পড়ে; এই অধঃক্ষেপে অতিরিক্ত অ্যামোনিয়াম
দ্রবণ যোগ করিলে গাঢ় নীল দ্রবণ (G) হয়, শেগোক্ত গাঢ় নীল দ্রবণকে উত্তপ্ত করিলে একটি ক্রাবীয়
গ্যাস (H) উৎপন্ন হয়। [Ans: A— CuCO_3 ; B— CO_2 ; C— CuO ; D— CuCl_2 ;
E— Cu ; F— $\text{CuCl}_2 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$; G— $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{Cl}_2$; H— NH_3]

শিক্ষার্থী ও পরীক্ষার্থীদের উদ্দেশ্যে

‘শিক্ষার্থী’ এবং ‘পরীক্ষার্থী’ কথা দুটি শব্দার্থেই ভিন্ন। বলা নিশ্চয়োজন যে বিজ্ঞান শিক্ষায়, শিক্ষার্থীদের কোনো সীমারেখা নির্দেশ করা যায় না এবং তা আদৌ উচিতও নয়। কিন্তু যে বিজ্ঞান শিক্ষায়, শিক্ষান্তে পরীক্ষার সম্মুখীন হতে হয়, সেখানে ‘পরীক্ষার্থী’দের কিছু নির্দেশ দেওয়া বাঞ্ছনীয়।

‘শিক্ষার্থী’রা পাঠকালীন, বিষয়কে ভিত্তি করে শিক্ষা ও জ্ঞানকে যতো বিস্তৃত করতে পারবে ততোই কাম্য। এই উদ্দেশ্যে, ছাত্রছাত্রী একই বিষয়ে বিভিন্ন বই এবং সম্ভব হলে বিভিন্ন ভাষায় বিভিন্ন বই তুলনা করে পড়তে পারে। বিশেষ করে যারা বিষয়টির সহস্বে ভালো করে পড়াশুনো করে ভালো ফল করতে চায়—তাদের তুলনামূলক পাঠ ও নতুন নতুন পয়েন্ট নোট করা অবশ্যই বাঞ্ছনীয়। তবে একটি বিষয় লক্ষ্য রাখা প্রয়োজন মনে করি যে—পাঠক্রমের সীমার মধ্যেই পড়াশুনো ভালো; এগারো-বারো ক্লাসের নানা প্রশ্নের উত্তরে, অনার্স বা তারো উচ্চতর পাঠক্রমের আলোকে ব্যাখ্যা বা আলোচনা জানা থাকলেও, তা প্রয়োগের স্বযোগ কম। এ সহস্বে যতো পরিশ্রম করা যায়, পরীক্ষায় সেই পরিপ্রেক্ষিতে ততোটা ফললাভ ঘটে না। বরং এগারো-বারোর পাঠ্য পুস্তকেই পরিশ্রম কেন্দ্রীভূত করলে ফললাভ সহজে ঘটবে বলে আমার ধারণা।

‘রসায়ন’ এমন একটি বিষয়, যা নিত্য পাঠের দ্বারা স্মৃতিস্থত না রাখলে, পরীক্ষায় ভালো ফল করা যায় না। বিশেষ করে, সমীকরণগুলি লিখে লিখে অভ্যাসে পরিণত করা দরকার। অংকগুলির ক্ষেত্রেও ঐ একই কথা। জানা অংক এবং করা অংকও, বারবার অভ্যাস না করলে, পরীক্ষায় ভুল হতে পারে।

রসায়নে একেকটি মূল বিষয় অধ্যয়নের পর মূল সারাংশ এবং গুরুত্বপূর্ণ অংশ নিজস্ব ভাষায় নোট লিখে অভ্যাস করতে পারলে ভালো হয়; এতে পাঠ্য পুস্তকের ভাষা মুখস্থ করার ঝোঁক কমে, স্মৃতির ওপর চাপ কমে এবং লেখার অভ্যাস গড়ে ওঠে। পাঠ্য পুস্তকের ভাষা সমগ্রভাবে মুখস্থ করার অভ্যাস পরিহার করা বাঞ্ছনীয় হলেও, কোন কোন ক্ষেত্রে, যেমন সূত্রগুলির ক্ষেত্রে—রাসায়নিক সংযোগ সূত্রাবলী বা নানা সংজ্ঞা এগুলির ক্ষেত্রে বইয়ের আক্ষরিক উপস্থাপনই যুক্তিযুক্ত।

সাধারণ পরীক্ষার্থীদের মধ্যে, একটি হতাশা প্রায় সার্বজনীন : তাদের ধারণায় তারা ভালই লিখেছে অথচ নম্বর পায় নি। আসলে, প্রশ্ন নির্বাচন কি ভাবে করলে ভাল হয় পরীক্ষকেরা প্রশ্নের সঠিক মূল্যায়ন কি ভিত্তিতে করেন, ইত্যাদি গুরুত্বপূর্ণ বিষয়গুলির আলোচনাও একটি বিজ্ঞান, এবং সেগুলি হয়না বা হলেও সুস্পষ্ট বা স্বচ্ছ ধারণা সকলের ক্ষেত্রে হয় না। তারই ফলে, অনেক ক্ষেত্রে ছাত্র-শিক্ষার্থীরূপে প্রচুর পরিশ্রম করেও, ‘পরীক্ষার্থীরূপে সে বাঞ্ছিত ফল লাভে ব্যর্থ হয়।

পরীক্ষায় ভালো ফল করার কয়েকটি কথা বলা প্রাসংগিক মনে করি। যদিও পরীক্ষার্থীর মেধা ভেদে, একই নির্দেশ সকলের ক্ষেত্রে একইভাবে প্রযোজ্য নয়—তবু কয়েকটি কথা সাধাণভাবে মনে রাখা দরকার।

পরীক্ষায় স্পষ্ট, পরিচ্ছন্ন হস্তাক্ষর একটি বিশেষ বাঞ্ছনীয় গুণ বলাই বাহুল্য। পরীক্ষার আগে পাঠ্যকালীন পাঠ্যপুস্তক থেকে বিষয়টির মূলগত ধারণা (fundamental conception) অবশ্যই স্বচ্ছ হওয়া দরকার। বিশেষ করে বর্তমান নানা পরীক্ষায়, সমগ্র বিষয়টি না জিজ্ঞাসা করে (যা মুখস্থ ভিত্তিক) ছোটো ছোটো বিষয়ভিত্তিক (objective) প্রশ্নের ওপরই ঝোঁক দেয়া হচ্ছে। মূলগত ধারণা স্বচ্ছ না থাকলে, সমগ্র পাঠ্যপুস্তক খুঁজেও এগুলির উত্তর পাওয়া যাবে না। যেমন, একটি উদাহরণ—

HNO_3 কেবলমাত্র জারক পদার্থ, কিন্তু HNO_2 —জারক ও বিজারক উভয়রূপেই ক্রিয়া করে কেন?

এ প্রশ্নটি পড়েই এটি জারণ-বিজারণ বিষয়ের ওপর প্রশ্ন, এটি বোঝা যায়। জারণে জারণ সংখ্যার বৃদ্ধি ও বিজারণে জারণ সংখ্যার হ্রাস হয়। এ পর্যন্ত পরীক্ষার্থীর মনে পড়লে, সে চিন্তা করবে HNO_3 তে N এর জারণ সংখ্যা +5, HNO_2 তে N-এর জারণ সংখ্যা +3। N এর সর্বোচ্চ জারণ সংখ্যা 5, তার বেশী আর বাড়়া সম্ভব নয়, কেবলমাত্র কমতে পারে; কমার অর্থে বিজারণ; HNO_3 বিজারিতই হতে পারে মাত্র, অর্থাৎ সে জারক পদার্থ। কিন্তু HNO_2 তে N এর জারণ সংখ্যা +3; তা বেড়ে +5 ও হতে পারে, আবার কমতেও পারে +3 \rightarrow 0 ইত্যাদি। অর্থাৎ বাড়লে সে বিজারক পদার্থ, কমলে সে জারক পদার্থ।

এমনিভাবে, 2নং বিবিধ প্রশ্নের প্রশ্ন 5—“ SO_2 তে S আছে কিরূপে প্রমাণ করা যাইবে,” প্রশ্নটি ধরা যাক। যদি কারোর উত্তর হয়, SO_2 দ্রবণে H_2S চালনা করিলে S-এর অবক্ষেপ পাওয়া যায় : উহা যে S, তাহার প্রমাণ উহা CS_2 -তে দ্রাব্য এবং দহনে কটুগন্ধী SO_2 গ্যাস উৎপন্ন করে। উত্তরটি ভুল। কারণ এই প্রমাণে, এমন একটি দিকারক ব্যবহার করা হল (H_2S) যেখান থেকেই S আসতে পারে।

2নং বিবিধ প্রশ্নের প্রশ্ন 11(ii) Cl_2 , KI হইতে I_2 -কে প্রতিস্থাপিত করে—ব্যাখ্যা স্বরূপ উত্তরে ‘ Cl_2 , I_2 অপেক্ষা অধিক সক্রিয়’ এ উত্তর সাধারণ উত্তর। মৌলের পারস্পরিক প্রতিস্থাপন, তাড়িত রাসায়নিক শ্রেণীতে অবস্থানের ভিত্তিতে হয়; ঐ ধারণার আলোকে ব্যাখ্যাই সঠিক। আবার, বারো ক্লাসের শেষে, ঐ একই উত্তরে তড়িৎ-ঋণাত্মকতার ধারণা যুক্ত করে আরো তথ্যভিত্তিক করা যায়।

‘সংক্ষিপ্ত টীকা’—এটি বহু ছাত্র উত্তর করে; এই উত্তর, সংজ্ঞাভিত্তিক হলে সংজ্ঞাটি সঠিক হওয়া দরকার, এবং উদাহরণ দেওয়ার থাকলে অবশ্যই উদাহরণ দেয়া দরকার, নয়তো সম্পূর্ণ উত্তর হয়না।

উত্তর করে ভালো নম্বর পাওয়া যায়—এমন একটি প্রশ্ন; ‘বিক্রিয়াগুলিতে কি ঘটিবে (What happens when)।’ এটি প্রতিযোগিতামূলক পরীক্ষা (I. I. T., Jt. Entr.) এবং সাধারণ পরীক্ষাতেও এটি একটি অবশ্যম্ভাবী প্রশ্ন। এটির সঠিক উত্তরে, পরীক্ষার্থীকে লক্ষ্য রাখতে হবে—(i) কথায় বর্ণনা (ii) সঠিক সমীকরণ (iii) বিক্রিয়ার প্রকৃতি (জারণ-বিজারণ বিযোজন, যুগ্ম প্রতিস্থাপন ইত্যাদি) এবং (iv) চাক্ষুষ পরিবর্তন

(বর্ণ, অধঃক্ষেপ, বা অধঃক্ষেপের দ্রাব্যতা ইত্যাদি)—সবগুলি অন্তর্ভুক্ত হল কিনা। কোনোটি না হলে, নম্বর কমে যায়।

উত্তর করে আর ভালো নম্বর পাওয়া যায়—অংকগুলিতে। সর্বাধিক সংখ্যায় অংকের প্রশ্নগুলি সঠিক এবং নিভুল উত্তর করতে পারলে—ভালো নম্বর ওঠে, পাতার পর পাতা বর্ণনামূলক বা কথা লেখার সময় বাঁচে। অংকের উত্তর করতে গেলে যে ফর্মুলা ব্যবহার করা হয়, তার সংকেতগুলির বর্ণনা অনেকে লেখেন। এটি ত্রুটি। যেমন, $E = \frac{A}{V}$; এখানে E = তুল্যাকভার, A = পাঃ ওঃ, V = যোজ্যতা, বলা দরকার।

অংকের রাফ্‌ওয়ার্ক অবশ্যই দেখান দরকার এবং উত্তরে—নির্ণেয়টির একক (যদি থাকে) অবশ্যই উল্লেখ দরকার।

সমীকরণ, যথার্থ সমায়িত (balanced) না হলে, নম্বর পাওয়া যায় না।

যে কোন, প্রশ্নের উত্তরে, পরীক্ষার্থীর মনে রাখা দরকার—উত্তর সর্বদাই সংহত ও সংক্ষিপ্ত উত্তর দিতে হবে, ইংরেজীতে যাকে বলে precise and concise।

উত্তরের সময়, উত্তরপত্রে সুস্পষ্টভাবে প্রশ্নসংখ্যা এবং অংশ সংখ্যা [যেমন, Q.1 (a)] বড়ো করে লিখে, ব্যবধান রেখে উত্তর শুরু করতে হবে। বাদিকে যথেষ্ট মার্জিন এবং একটি প্রশ্নের পর আরেকটি প্রশ্নের উত্তরের মধ্যেও ব্যবধান রাখা, উত্তরপত্রকে পরিচ্ছন্ন করে তোলে। একই প্রশ্নের একাধিক অংশ থাকলে, প্রশ্নটি শুরুর পরই, বাকী অংশগুলির জন্য সম্ভাব্য ফাঁকা জায়গা (উত্তর মনে না পড়লে) তখনই রেখে যাওয়া বাঞ্ছনীয়। অর্থাৎ, প্রথম পাতায় Q.1 (a), তৃতীয় পাতায় Q.1 (c), নবম পাতায় Q.1 (b) এভাবে ছাড়া-ছাড়া উত্তর এলোমেলো ভাবে করা, চিন্তার সংহতির অভাব প্রকাশ করে। এটি না করাই ভাল।

পরীক্ষার্থী 'কি লিখেছে'র থেকে, পরীক্ষকের কাছে বড়ো যেটা সেটা হল 'কেমন করে লিখেছে'। এই 'কেমন করে লেখাটা' ঠিক লিখে বোঝানো যায় না, তা অল্পশীলন সাপেক্ষ এবং পরীক্ষার্থীর মেধাভেদে অবশ্যই তার অদলবদল হয়। সংক্ষেপে, বিষয়টির কেবলমাত্র আলোচনার সূচনাই এখানে করলাম। সংশ্লিষ্ট শিক্ষকেরা, আরো মূল্যবান সংযোজন করে, পরীক্ষার্থীদের অন্ত্রবিশ্বাস জাগাতে সাহায্য করবেন, এই আশা রইল।

Chart of Elements

Element	মৌল	চিহ্ন	পরমাণু ক্রমাংক	পারমাণবিক ওজন
Actinium	অ্যাক্টিনিয়াম	Ac	89	(227)
Aluminium	অ্যালুমিনিয়াম	Al	13	26.98
*Americium	অ্যামেরিসিয়াম	Am	95	(243)
Antimony	অ্যাস্টিমনি	Sb	51	121.75
Argon	আরগন	Ar	18	39.95
Arsenic	আরসেনিক	As	33	74.92
Astatine	অ্যাস্টাটিন	At	85	(210)
Barium	বেরিয়াম	Ba	56	137.34
*Berkelium	বার্কেলিয়াম	Bk	97	(247)
Beryllium	বেরিলিয়াম	Be	4	9.012
Bismuth	বিসমথ	Bi	83	208.98
Boron	বোরন	B	5	10.81
Bromine	ব্রোমিন	Br	35	79.91
Cadmium	ক্যাডমিয়াম	Cd	48	112.40
Caesium	সিসিয়াম	Cs	55	132.91
Calcium	ক্যালসিয়াম	Ca	20	40.08
*Californium	ক্যালফোর্নিয়াম	Cf	98	(251)
Carbon	কার্বন	C	6	12.01
Cerium	সিরিয়াম	Ce	58	140.12
Chlorine	ক্লোরিন	Cl	17	35.45
Chromium	ক্রোমিয়াম	Cr	24	52.00
Cobalt	কোবাল্ট	Co	27	58.93
Copper	কপার	Cu	29	63.54
*Curium	কুরিয়াম	Cm	96	(247)
Dysprosium	ডিসপ্রোসিয়াম	Dy	66	162.50
*Einsteinium	আইনস্টাইনিয়াম	Es	99	(254)
Erbium	আরবিয়াম	Er	68	167.26
Europium	ইউরোপিয়াম	Eu	63	151.96
*Fermium	ফের্মিয়াম	Fm	100	(253)
Fluorine	ফ্লোরিন	F	9	19.00
Francium	ফ্রান্সিয়াম	Fr	87	(223)
Gadolinium	গ্যাডোলিনিয়াম	Gd	64	157.25
Gallium	গ্যালিয়াম	Ga	31	69.72

* চিহ্নিত মৌলগুলি কৃত্রিম উপায়ে সংশ্লেষিত মৌল।

Element	মৌল	চিহ্ন	পরমাণু ক্রমিক	পারমাণবিক ওজন
Germanium	জার্মেনিয়াম	Ge	32	72.59
Gold	গোল্ড	Au	79	196.97
Hafnium	হাফনিয়াম	Hf	72	178.49
Helium	হিলিয়াম	He	2	4.003
*Hahnium	হানিয়াম	Ha	105	260.00 (প্রস্তাবিত)
Holmium	হলমিয়াম	Ho	67	164.93
Hydrogen	হাইড্রোজেন	H	1	1.008
Indium	ইণ্ডিয়াম	In	49	114.82
Iodine	আয়োডিন	I	53	126.90
Iridium	ইরিডিয়াম	Ir	77	192.2
Iron	আয়রন	Fe	26	55.85
Krypton	কৃপ্টন	Kr	36	83.80
*Kurchtovium	কুর্চটোভিয়াম	Ku	104	260.00 (প্রস্তাবিত)
Lanthanum	ল্যাণ্থানাম	La	57	138.91
*Lawrencium	লরেনসিয়াম	Lw	103	(257)
Lead	লেড	Pb	82	207.19
Lithium	লিথিয়াম	Li	3	6.94
Lutecium	লুটেসিয়াম	Lu	71	174.97
Magnesium	ম্যাগনেসিয়াম	Mg	12	24.31
Manganese	ম্যাঙ্গানিজ	Mn	25	54.94
*Mendelevium	মেণ্ডেলিভিয়াম	Md	101	(256)
Mercury	মারকারি	Hg	80	200.59
Molybdenum	মলিবডেনাম	Mo	42	95.94
Neodymium	নিয়োডিমিয়াম	Nd	60	144.24
Neon	নিয়ন	Ne	10	20.18
*Neptunium	নেপচুনিয়াম	Np	93	(237)
Nickel	নিকেল	Ni	28	58.71
Niobium	নাইয়োবিয়াম	Nb	41	92.91
Nitrogen	নাইট্রোজেন	N	7	14.007
*Nobelium	নোবেলিয়াম	No	102	(254)
Osmium	অসমিয়াম	Os	76	190.2
Oxygen	অক্সিজেন	O	8	16.00
Palladium	প্যালাডিয়াম	Pd	46	106.4
Phosphorus	ফসফোরাস	P	15	30.97
Platinum	প্লাটিনাম	Pt	78	195.09

Element	মৌল	চিহ্ন	পরমাণু ক্রমাংক	পারমাণবিক ওজন
*Plutonium	প্লুটোনিয়াম	Pu	94	(242)
Polonium	পোলোনিয়াম	Po	84	(210)
Potassium	পটাসিয়াম	K	19	39.10
Praeseodymium	প্রাসিয়োডিমিয়াম	Pr	59	140.91
Promethium	প্রোমিথিয়াম	Pm	61	(147)
Protoactinium	প্রোটোঅ্যাক্টিনিয়াম	Pa	91	(231)
Radium	রেডিয়াম	Ra	88	(226)
Radon	রেডন	Rn	86	(252)
Rhenium	রেনিয়াম	Re	75	186.2
Rhodium	রোডিয়াম	Rh	45	102.91
Rubidium	রুবিডিয়াম	Rb	37	85.47
Ruthenium	রুথেনিয়াম	Ru	44	101.07
Samarium	সামারিয়াম	Sm	62	150.35
Scandium	স্ক্যান্ডিয়াম	Sc	21	44.96
Selenium	সিলিনিয়াম	Se	34	78.96
Silicon	সিলিকন	Si	14	28.09
Silver	সিলভার	Ag	47	107.87
Sodium	সোডিয়াম	Na	11	22.99
Strontium	স্ট্রনশিয়াম	Sr	38	87.62
Sulphur	সালফার	S	16	32.06
Tantalum	ট্যান্টালাম	Ta	73	180.95
Technetium	টেকনিসিয়াম	Tc	43	(93)
Tellurium	টেলুরিয়াম	Te	52	127.60
Terbium	টারবিয়াম	Tb	65	158.92
Thallium	থ্যালিয়াম	Tl	81	204.37
Thorium	থোরিয়াম	Th	90	232.04
Thulium	থুলিয়াম	Tm	69	168.93
Tin	টিন	Sn	50	118.69
Titanium	টাইটেনিয়াম	Ti	22	47.90
Tungsten	ট্যাংস্টেন	W	74	183.85
Uranium	ইউরেনিয়াম	U	92	238.04
Vanadium	ভ্যানাডিয়াম	V	23	50.94
Xenon	জেনন	Xe	54	131.30
Ytterbium	ইটারবিয়াম	Yb	70	173.04
Yttrium	ইট্রিয়াম	Y	39	88.91
Zinc	জিংক	Zn	30	65.37
Zirconium	জারকোনিয়াম	Zr	40	91.22

মেণ্ডেলিফের পৰ্যায় সারণী (আধুনিক রূপ) : Modern Version of Mendelyev's Periodic Table

Period \ Group	0	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
	A	B	A	B	A	B	A	B	
1		H 1							
2	He 2	Li 3	Be 4	B 5	C 6	N 7	O 8	F 9	
3	Ne 10	Na 11	Mg 12	Al 13	Si 14	P 15	S 16	Cl 17	
4	A 18	K 19	Ca 20	Sc 21	Ti 22	V 23	Cr 24	Mn 25	Fe 26 Co 27 Ni 28
5	Kr 36	Rb 37	Sr 38	Y 39	Zr 40	Nb 41	Mo 42	Tc 43	Ru 44 Rh 45 Pd 46
6	Xe 54	Cs 55	Ba 56	La* 57-71	Hf 72	Ta 73	W 74	Re 75	Os 76 Ir 77 Pt 78
7	Rn 86	Fr 87	Ra 88	Ac† 89-103					

THE RARE EARTHS

*Lanthanide series	Ce 58	Pr 59	Nd 60	Pm 61	Sm 62	Eu 63	Gd 64	Tb 65	Dy 66	Ho 67	Er 68	Tm 69	Yb 70	Lu 71
†Actinide series	Th 90	Pa 91	U 92	Np 93	Pu 94	Am 95	Cm 96	Bk 97	Cf 98	Es 99	Fm 100	Md 101	No 102	Lw 103

প্রশ্নপত্র
উচ্চ মাধ্যমিক শিক্ষা সংসদ—1978

প্রথম পত্র

Group—A

1নং প্রশ্ন অবশ্যই উত্তর করিতে হইবে। বাকী প্রশ্নগুলি হইতে যে কোন তিনটির প্রশ্নের উত্তর লিখিতে হইবে।

1. (a) মোলের রাসায়নিক সংযোগ সম্পর্কিত “গুণানুপাত সূত্রটি” লিখ এবং উপযুক্ত উদাহরণ দিয়া সূত্রটি ব্যাখ্যা কর। 2+1

(b) 0.90 গ্রাম জলের মধ্যে অক্সিজেনের পরমাণুর সংখ্যা কত? 2
অথবা

(a) মোলের তুল্যাকের সংজ্ঞা দাও। 2

(b) একটি ধাতব অক্সাইডে 60% ধাতু আছে। ঐ ধাতুটির তুল্যাক কত? 3

2. (a) অ্যাজোথ্রাডো প্রকল্পটি বিবৃত কর। এই প্রকল্পটির প্রয়োজন কেন হইয়াছিল? 2+3

(b) 27°C এর 750 মিমি (mm) চাপে একটি গ্যাস মিশ্রণে আয়তন হিসাবে 80% CO এবং 20% CO₂ আছে। এই মিশ্রণের 1.52 লিটারে কত গ্রাম CO₂ আছে? 5

3. (a) “নর্মাল ড্রবণ” কাকে বলে? 2+3+5

(b) একটি লেবরেটরী বোতলে 12N HCl বসিয়া চিহ্নিত আছে। ইহা হইতে 20 c.c 3N HCl ড্রবণ কিরূপে তৈয়ারী করিবে?

(c) প্রমাণ উষ্ণতা ও চাপে 5.6 লিটার শুষ্ক অ্যামোনিয়া গ্যাস এক লিটার নর্মাল H₂SO₄ ড্রবণের মধ্যে প্রবাহিত করা হইল। এখন মিশ্রণটিকে প্রশমিত করিতে কত আয়তন 0.1N KOH ড্রবণ লাগিবে? [প্রয়োজন হইলে S=32 এবং N=14 ব্যবহার করিতে পার]

4. (a) উপযুক্ত উদাহরণ সহযোগে জারণ ও বিজারণ পদ্ধতির ইলেকট্রনীয় ব্যাখ্যা দাও। জারণ বিজারণ ক্রিয়া একই সঙ্গে ঘটে, তাহা বুঝাইয়া দাও। 4+2

(b) KMnO₄ যোগে Mn এর, এবং C₂H₄ যোগে C এর জারণ সংখ্যা নির্ণয় কর। 4

5. (a) (i) একটি নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় ও 2 অ্যাটমসফিয়ার পূর্ণ চাপে (Total pressure) NO₂ (গ্যাস) + CO (গ্যাস) ⇌ CO₂ (গ্যাস) + NO (গ্যাস) এই বিক্রিয়ার বিক্রিয়ক ও বিক্রিয়াজাত পদার্থগুলি সাম্যাবস্থায় (Equilibrium) আছে। এখন পূর্ণচাপ যদি 4 অ্যাটমসফিয়ার পর্যন্ত বাড়ান হয়,

তাহা হইলে বিক্রিয়াজাত পদার্থ-গুলির পরিমাণ বৃদ্ধি পাইবে না অপরিবর্তিত থাকিবে
—তাহা বুঝাইয়া লিখ। 3

(ii) উপরিউক্ত বিক্রিয়ায় যদি বাহির হইতে CO গ্যাস প্রবেশ করাষ্টয়া CO এর
অংশপ্রেশ (Partial pressure) বাড়ান হয়, তাহা হইলে বিক্রিয়াজাত পদার্থের
পরিমাণ কিকপ ভাবে প্রভাবিত হইবে ?

[গুণমূলক (qualitative) বর্ণনায় উত্তর দাও] 3

(b) যদি ফিনলপথ্যালিন ইন্ডিক (indicator) ব্যবহার করা হয়, তাহা হইলে
10 মি.সি. 1.0(N) Na_2CO_3 দ্রবণের প্রশমনের জন্য 5 মি.সি. 1.0(N) HCl দ্রবণের
প্রয়োজন। কেন, তাহা বুঝাইয়া লিখ। 4

6. নিম্নলিখিত বিবৃতিগুলির ব্যাখ্যা কর : $2\frac{1}{2} \times 4$

- যৌগের স্থল সংকেত ও আণবিক সংকেত সব সময়ে এক হয় না।
- অ্যালুমিনিয়াম অক্সাইড একটি উভধর্মী অক্সাইড।
- ফেরিক ক্লোরাইড সমিত লবন হইলে ইহার জলীয় দ্রবণ অম্লধর্মী।
- অ্যাসিড ম্যাংগ্রেইট হাইড্রোজেন আছে, কিন্তু হাইড্রোজেন থাকিলেই অ্যাসিড
হয় না।

Group—B

7নং প্রশ্ন উত্তর অবশ্যই করিতে হইবে। বাকী প্রশ্নগুলি হইতে যে কোন
তিনটি প্রশ্নের উত্তর লিখিতে হইবে।

7. জলের খরতা বলিতে কি বুঝায় ? কি কি কারণে খরতার সৃষ্টি হয় বুঝাইয়া
লিখ। 5

অথবা

প্রমাণ কর যে (a) হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডে ক্লোরিন আছে।

(b) নাইট্রিক অ্যাসিডে অক্সিজেন আছে। $2+1$

8. কি দ্রুত, তাহা সমীকরণ সহ বর্ণনা কর (যে কোন চারটি) : $2\frac{1}{2} \times 4$

(a) অক্সিজেন, বালি ও কার্বিকয়ল, চূর্ণের মিশ্রণকে ইলেকট্রিক চুল্লীতে উত্তপ্ত করা
হইল।

(b) সোডিয়াম আয়োডাইড গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড সহ উত্তপ্ত করা হইল।

(c) নাইট্রিক অক্সাইড গ্যাস সালফিউরিক অ্যাসিডযুক্ত ফেরাস সালফেট দ্রবণে
চালনা করা হইল।

(d) ঠাণ্ডা এবং লঘু (dilute) সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড দ্রবণে ক্লোরিন গ্যাস
চালনা করা হইল।

(e) কঠিক পটাশ দ্রবণের সহিত খেত ফসফোরাস ফুটান হইল।

9. ক্লোরিন, ব্রোমিন ও আয়োডিনের যে কোন তিনটি রাসায়নিক ধর্মের

তুলনামূলক বিবরণ লিখ। ক্লোরিন ও অয়োডিনের প্রত্যেকটির দুইটি করিয়া ব্যবহারের উল্লেখ কর। 6+4

10. (a) শুষ্ক অ্যামোনিয়া গ্যাস তৈরীর ল্যাবরটরী পদ্ধতিটির সমীকরণসহ বর্ণনা দাও। 5

(b) নিম্নোক্ত ক্ষেত্রে কি ঘটে সমীকরণ সহ লিখ :

(i) NH_3 গ্যাস গলিত সোডিয়াম ধাতুর উপর পরিচালনা করা হইল। 2

(ii) কপার সালফেট দ্রবণে NH_4OH দ্রবণ ক্রমে ক্রমে অতিরিক্ত পরিমাণে ঢালা হইল। 3.

11. (a) 'স্পর্শ পদ্ধতি' দ্বারা সালফার ডাই অক্সাইড হইতে সালফার ট্রাইঅক্সাইড উৎপন্ন করিতে হইলে যে সকল শর্ত পালন করা উচিত তাহা আলোচনা কর। 5+1+4

(b) গ্যাসীয় সালফার ট্রাইঅক্সাইড হইতে কি ভাবে সালফিউরিক অ্যাসিড পাওয়া যাইবে ?

(c) নিরুদক দ্রব্য (dehydrating agent) হিসাবে এবং জারক দ্রব্য (oxidising agent) হিসাবে সালফিউরিক অ্যাসিডের একটি করিয়া ব্যবহারের সমীকরণ সহ উল্লেখ কর।

12. নিম্নলিখিত যোগ ও মিশ্রণগুলি আলাদা আলাদা ভাবে উদ্ভূত করিলে যে যে পদার্থ পাওয়া যাইবে সমীকরণ সহ লিখ : $2\frac{1}{2} \times 4$

(i) অ্যামোনিয়াম নাইট্রেট (ii) পটাসিয়াম নাইট্রেট (iii) অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড ও সোডিয়াম নাইট্রাইটের মিশ্রণ (iv) লেড নাইট্রেট।

উচ্চ মাধ্যমিক শিক্ষা সংসদ—1979

প্রথম পত্র

Group—A

1নং প্রশ্ন অবশ্যই উত্তর করিতে হইবে। বাকী প্রশ্নগুলি হইতে যে কোন তিনটি প্রশ্নের উত্তর লিখিতে হইবে।

1. ক্লোরিন ও অক্সিজেন দুইটি ভিন্ন যোগ গঠন করে। ওজন হিসাবে ইহাদের প্রথমটিতে ক্লোরিনের শতকরা ভাগ 81.6 এবং দ্বিতীয়টিতে ক্লোরিনের শতকরা ভাগ 59.7। এই পরীক্ষার ফল যে রাসায়নিক সংযোগ-সূত্রটির সহিত সঙ্গতিসম্পন্ন তাহা বিবৃত কর। তোমার উক্তির সপক্ষে যুক্তি দেখাও। 5

অথবা

1. (a) সালফার ডাই-অক্সাইড অণুতে একটি সালফার পরমাণু ও দুইটি অক্সিজেন

পরমাণু বিজ্ঞান। এই যোগে ওজন হিসাবে শতকরা 50 ভাগ সালফার থাকিলে সালফার ও অক্সিজেনের পারমাণবিক গুরুত্বের অনুপাত কী? 3

(b) কার্বন ডাই-অক্সাইডের “বাষ্প ঘনত্ব” 22—এই উক্তির অর্থ কী? 2

2. (a) একটি যোগে 37.8% কার্বন, 6.3% হাইড্রোজেন ও 55.9% ক্লোরিন আছে। এই যোগের 0.638 g কে বাষ্পীভূত করিলে প্রমাণ চাপে ও 100°C তাপমাত্রায় ইহার আয়তন হয় 154 ml. যোগটির আণবিক সংকেত কি? ইহার সঠিক আণবিক গুরুত্ব কত? ($Cl=35.5$) 7

(b) “এক গ্রাম নাইট্রোজেন ও এক গ্রাম কার্বন মনোক্সাইড এর মধ্যে অনুসংখ্যা প্রায় সমান।”—ইহা প্রমাণ কর। [$N=14$] 3

3. (a) মোলার দ্রবণ কাহাকে বলে? 2

(b) বাণিজ্যিক সালফিউরিক অ্যাসিডের একটি বোতল 86% সালফিউরিক অ্যাসিড বলিয়া চিহ্নিত আছে। ইহার ঘনত্ব 1.787g/c.c. হইলে অ্যাসিডের এই দ্রবণের মোলারিটি কত? 3

(c) সোডিয়াম ক্লোরাইড মিশ্রিত অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইডের 2g একটি নমুনা 50 ml(N)NaOH দ্রবণে যোগ করা হইল এবং উদ্ভূত বাষ্পে ধৃত শিক্ত লাল লিটমাস কাগজ এর বর্ণ পরিবর্তন না হওয়া পর্যন্ত ইহাকে ফোটান হইল। এই দ্রবণটি ঠাণ্ডা করিয়া প্রশমিত করিতে 20 ml(N)H₂SO₄ দ্রবণের প্রয়োজন হইল। ঐ নমুনার মধ্যে অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইডের শতকরা ভাগ কত ছিল? 5

4. (a) একটি নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় ও চাপে $H_2(g) + I_2(g) \rightleftharpoons 2HI(g)$ এই বিক্রিয়ার বিক্রিয়ক ও বিক্রিয়াজাত পদার্থগুলি সাম্যাবস্থায় আছে। বিক্রিয়াটি তাপ-উৎসারী (exothermic)। এখন তাপমাত্রা ও চাপ পরিবর্তন করিলে বিক্রিয়াজাত পদার্থটির পরিমাণ কী ভাবে পরিবর্তিত হইবে তাহা ব্যাখ্যা কর। যে সূত্রটি সাহায্যে ইহা ব্যাখ্যা করা যার সেটি বিবৃত কর। 6

(b) K_2MnO_4 যোগে Mn-এর এবং $KClO_3$ যোগে Cl এর জারণ সংখ্যা নির্ণয় কর। 4

5. গ্যাসীয় সূত্রগুলির সাহায্যে প্রমাণ কর : $PV=nRT$. 5+3+2

(বিভিন্ন চিহ্নগুলি প্রচলিত অর্থে ব্যবহৃত হইয়াছে)।

এই সমীকরণের সাহায্যে “R” এর মান (value) নির্ণয় কর এবং যে এককে এই মান প্রকাশ করিলে তাহা লিখ। এই একক ভিন্ন আরও যে যে এককে “R” এর মান প্রকাশ করা যাইতে পারে তাহার মধ্যে দুইটির নাম লিখ।

6. (a) সোডিয়াম কার্বনেট এর সহিত লঘু হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড দ্রবণের বিক্রিয়াটি বিবৃত কর এবং রাসায়নিক সমীকরণ এর সাহায্যে সোডিয়াম কার্বনেট এর তুল্যাক্ষ নির্ণয় কর। [$Na=23$] 4

(b) নিম্নলিখিত বিবৃতিগুলির ব্যাখ্যা কর :— 2×3

(i) নাইট্রিক অক্সাইড একটি প্রশম অক্সাইড।

- (ii) সোডিয়াম কার্বনেট শ্মিত লবণ হইলেও ইহার জলীয় দ্রবণ কার্বধর্মী।
 (iii) সোডিয়াম বাইসালফেট একটি অম্ল লবণ।

Group—B

7নং প্রশ্ন অবশ্যই উত্তর করিতে হইবে। বাকী প্রশ্নগুলি হইতে যে কোন তিনটি প্রশ্নের উত্তর লিখিতে হইবে।

7. প্রমাণ কর যে :—

2+3

- (a) ওজোন অক্সিজেনের একটি রূপভেদ।
 (b) সালফিউরিক অ্যাসিডে সালফার আছে।

অথবা

- (a) চূনের জল বাতাসে রাখিয়া দিলে উহার উপর সর পড়ে কেন? 2
 (b) পৃথিবীতে জীবজন্তুর শ্বাসপ্রশ্বাস ও বিভিন্ন দহন ক্রিয়ার ফলে বাতাসে অক্সিজেন এর পরিমাণ ক্রমাগত কমিয়া কার্বন ডাই-অক্সাইড এর পরিমাণ অনেক বাড়িয়া যাওয়া উচিত। কিন্তু তাহা হয় না কেন? 3
 8. (a) পরীক্ষাগারে হাইড্রোজেন পারক্সাইডের দ্রবণ কিভাবে প্রস্তুত করা হয় তাহা সমীকরণ সহ বিবৃত কর।

(b) নিম্নোক্ত ক্ষেত্রে কি ঘটে সমীকরণ সহ লিখ :

(i) H_2SO_4 দ্বারা অক্সীকৃত $KMnO_4$ দ্রবণে হাইড্রোজেন পার-অক্সাইড যোগ করা হইল।

(ii) হাইড্রোজেন পার-অক্সাইড দ্রবণে পটাশিয়াম আয়োডাইড দ্রবণ যোগ করা হইল।

(c) হাইড্রোজেন পার-অক্সাইডের দুইটি ব্যবহারের উল্লেখ কর। 5+4+1

9. (a) নাইট্রোজেন, সালফার ও ফসফরাসের একটি করিয়া হাইড্রাইডের নাম লিখ এবং ল্যাবরেটরিতে ইহাদের প্রস্তুত করিবার জন্য প্রয়োজনীয় বিকারকগুলির উল্লেখ কর।

(b) তোমার উল্লেখিত নাইট্রোজেন ও ফসফরাসের হাইড্রাইড এর যে কোন দুইটি রাসায়নিক ধর্মের তুলনামূলক বিবরণ লিখ। 6+4

10. (a) ফসফরাস কেন প্রকৃতিতে মুক্ত অবস্থায় পাওয়া যায় না তাহা লিখ। ইহার দুইটি রূপভেদের নাম বল। ইহাদের প্রত্যেকটিকে কিভাবে অণুটিতে রূপান্তরিত করিবে? ইহা কী ভাবে সংরক্ষিত হয়?

(b) ফসফরাস হইতে ফসফরিক অ্যাসিড কিরূপে প্রস্তুত করিবে? 8+2

11. নিম্নলিখিত ক্ষেত্রে কী ঘটে তাহা সমীকরণ সহ বিবৃত কর :

(যে কোন চারটি) :—

2½ × 4

(a) গাঢ় হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড ম্যাগ্নানিজ ডাই-অক্সাইড সহযোগে উত্তপ্ত করা হইল।

(b) ব্রোমিন দ্রবণে হাইড্রোজেন সালফাইড চালনা করা হইল।

(c) গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড বিচূর্ণ কাঠ কয়লা সহযোগে উত্তপ্ত করা হইল।

(d) সোডিয়াম নাইট্রেট দ্রবণ বিচূর্ণ জিংক ও কষ্টিক সোডা সহযোগে উত্তপ্ত করা হইল।

(e) উত্তপ্ত ক্যালসিয়াম এর উপর দিয়া নাইট্রোজেন চালনা করা হইল।

12. (a) Haber পদ্ধতিতে অ্যামোনিয়া কী ভাবে প্রস্তুত হয় ?

5

(b) অ্যামোনিয়া হইতে কী ভাবে (i) ইউরিয়া ও (ii) নাইট্রিক অ্যাসিড প্রস্তুত করা যায় ?

2½ × 2

OUR PUBLICATIONS FOR CLASSES XI & XII

According To The Syllabi Of Higher Secondary
Council Of Education.

● **HIGHER ENGLISH GRAMMAR & COMPOSITION**

By

Dr. P. MAHATO

[For Both Classes XI & XII]

● **ELEMENTS OF HIGHER SECONDARY PHYSICS**

PARTS—I & II [IN ENGLISH]

[For Both Classes XI & XII]

● **HIGHER SECONDARY PRACTICAL PHYSICS**

[For Both Classes XI & XII] [IN ENGLISH]

By

D. DUTTA, B. CHAUDHURI & B. PAL

Under the Editorship of

D. P. ACHARYA

● **উচ্চ মাধ্যমিক জীববিজ্ঞান—১ম ও ২য় খণ্ড**

[For Both Classes XI & XII]

By

Dr. RABINDRANARAYAN PAL

● **উচ্চ মাধ্যমিক রসায়ন— ১ম ও ২য় খণ্ড**

[For Both Classes XI & XII]

By

Dr. KHETRA PRASAD SEN SARMA

PUBLISHING SYNDICATE

44A, BENIATOLA LANE : CALCUTTA-700009